ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΝΕΑ

ΤΕΥΧΟΣ 112 · ΔΡΧ 100

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΦΛΕΞΕΩΣ

ΜΕΛΩΔΙΚΟ ΠΟΥΛΙ

ΔΙΑΙΡΕΣΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ

ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΑ ΜΕ ΕΞΟΔΟ DC

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΝΕΑ

ΔΙΜΗΝΙΑΙΟ ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ
Ετος δέκατο τρίτο, Τεύχος 112, Νοέμβριος – Δεκέμβριος 1977, Δρχ 100

6 Τό σημείωμά μας
7 Ἀλληλογραφία
8 Μικρές ἀγγελίες
10 Τά νέα τῶν «Ἠλεκτρονικῶν Νέων»
18 Νέες ἐκδόσεις
20 Microprocessors (μέρος ἕβδομο)
27 Τροφοδοτικά μέ ἔξοδο DC
32 Ἠλεκτρονικά συστήματα ἀναφλέξεως
44 Διαίρεση συχνότητας
50 Μελωδικό πουλί
57 «Power Base»
58 Ἑταιρίες – Ἀντιπρόσωποι

Ἰδιοκτησία – Ἔκδοση: ΣΩΤΗΡΙΑ ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ καί ΣΙΑ Ε.Ε. **Ὑπεύθυνος σύμφωνα μέ τό νόμο:** Σωτηρία Παπαδοπούλου, Σπυρ. Τρικούπη 12-14, Ἀθήνα. **Ἐπιμέλεια ὕλης:** Α. Γ. Βενιζέλος. **Μελέτη – Ἐπιμέλεια κατασκευῶν:** Πάνος Καλιοντζόπουλος. **Φωτοστοιχειοθεσία:** ΦΩΤΟΓΡΑΜΜΑ Ε.Π.Ε., Κεραμεικοῦ 23, Ἀθήνα, Ὑπεύθυνος: Β. Τρικεριώτης. **Ἐκτύπωση:** Δ. ΑΒΡΑΜΟΠΟΥΛΟΣ καί ΣΙΑ Ο.Ε., Λεοννάτου 5, Ἀθήνα.

Γραφεῖα: Σωκράτους 18, Ἀθήνα (112), τηλ. 524.4166 – 524.4152. **Συνδρομές ἐσωτερικοῦ:** 6 τεύχη 300 δρχ., Ὀργανισμῶν – Ἑταιρικῶν 1.000 δρχ. **Ἐπταγές – Ἐμβάσματα:** Σωτηρία Παπαδοπούλου, Σωκράτους 18, Ἀθήνα (112).

Διαφημιστικές καταχωρήσεις μέ βάση τόν ἰσχύοντα τιμοκατάλογο. Χειρόγραφα πού δημοσιεύονται ἤ ὄχι δέν ἐπιστρέφονται. Ἀπαγορεύεται ἡ ἀναδημοσίευση.

συνδρομών παραλειπόμενα

Φαίνεται ὅτι οἱ κατά καιρούς ἀνακοινώσεις μας πρός τούς ἀναγνῶστες τοῦ περιοδικοῦ ἦταν περισσότερο λακωνικές ἀπ' ὅ,τι ἀπαιτεῖ ἡ σαφήνεια. Αὐτή τουλάχιστον τήν ἐξήγηση δίνουμε στόν κατακλυσμό ἐρωτήσεων, ἀποριῶν καί διαμαρτυριῶν γιά θέματα πού νομίζαμε ὅτι εἴχαμε δώσει σαφεῖς ἐξηγήσεις καί ὁδηγίες ἤ ἀποσιωπήσαμε θεωρώντας τα αὐτονόητα.

Δίνοντας προτεραιότητα καί ἔκταση ἀνάλογη μέ τό ποσοστό ἐνδιαφέροντος τῶν ἀναγνωστῶν, θά προσπαθήσουμε, ὅσο λεπτομερέστερα ἐπιτρέπει ὁ περιορισμένος χῶρος αὐτοῦ τοῦ σημειώματος, νά ξεδιαλύνουμε τίς τυχόν παρεξηγήσεις ἤ παρερμηνεῖες.

Τό ἐπίμαχο ἐρώτημα τῆς πλειοψηφίας τῶν ἀναγνωστῶν εἶναι:
«Γιατί αὐτή ἡ σκανδαλωδῶς εὐνοϊκή μεταχείριση τῶν συνδρομητῶν; Μᾶς ἐκβιάζετε νά γραφτοῦμε συνδρομητές;».

Ὄχι. Δέν κάνουμε χατήρι στούς συνδρομητές, οὔτε αἰσχροκερδοῦμε σέ βάρος τῶν μή συνδρομητῶν ἀναγνωστῶν.

Πολλοί ἀπό μᾶς προτιμᾶμε νά ψωνίσουμε ἕνα εἶδος ἀπό ἀποθήκη ἤ ἀπευθείας ἀπό τόν κατασκευαστή γιά νά μᾶς κοστίσει φθηνότερα, ἀφοῦ ἔτσι θά γλυτώσουμε τό κέρδος τῶν μεσαζόντων. Τό ἴδιο ἀκριβῶς συμβαίνει καί μέ τίς συνδρομές τῶν «Η.Ν.». Οἱ συνδρομητές ψωνίζουν ἀπό τόν «κατασκευαστή» καί μάλιστα χονδρικῶς, προπληρώνοντας ἕναν ἀριθμό τευχῶν στή μισή τιμή, δηλαδή 50 δρχ. Οἱ ἀναγνῶστες πού ἀγοράζουν τό περιοδικό ἀπό περίπτερα, καταστήματα κλπ. πληρώνουν ἄλλες 50 δρχ., ἀπό τίς ὁποῖες οὔτε μιά δέν εἶναι δικό μας κέρδος. Ἀπ' αὐτές τίς 50 ἐπιπλέον δραχμές τίς 35 παίρνουν τό πρακτορεῖο καί οἱ διάφοροι μεσάζοντες καί οἱ ὑπόλοιπες 15 καλύπτουν μέ τό ζόρι τό κόστος τῶν ἐπιστρεφομένων ἀπούλητων τευχῶν.

Δέν καλοπιάνουμε, λοιπόν, οὔτε ἐκβιάζουμε. Κανένα δέν γράψαμε συνδρομητή μέ τό ζόρι. Εἶναι αὐτονόητο ὅτι ὁ ἀναγνώστης πού ἀγοράζει ἕνα τεῦχος τό χρόνο δέν ἔχει λόγο, οὔτε καί συμφέρον, νά γραφτεῖ συνδρομητής. Ἀπό τήν ἄλλη μεριά, ὅμως, ἡ κινητήρια δύναμη καί ὁ λόγος ὑπάρξεως τοῦ περιοδικοῦ εἶναι οἱ τακτικοί ἀναγνῶστες.

Ἀλλά κάθε νόμισμα ἔχει δύο ὄψεις. Ὑπάρχουν, λοιπόν, συνδρομητές πού κάθε ἄλλο παρά πιστεύουν ὅτι εὐνοοῦνται καί γι' αὐτό ὑποστηρίζουν:
«Ἐμεῖς πληρώνουμε τά σπασμένα. Πληρώσαμε 315 δρχ. γιά δώδεκα τεύχη τό χρόνο καί πήραμε μόνο ἕξι. Ἔτσι μᾶς κοστίζουν ἀκριβότερα ἀπ' ὅ,τι ἄν τά παίρναμε ἀπό τό περίπτερο».

Ἄλλοι συνδρομητές πάλι στέλνουν ἀδιαμαρτύρητα τό ποσό τῆς συνδρομῆς κάθε χρόνο, ἀνεξάρτητα ἄν τούς στείλαμε 3 ἤ 23 τεύχη. Αἰτία αὐτῆς τῆς σύγχυσης, πού πολύ συχνά φτάνει σέ ἀγανάκτηση, εἶναι ἡ ἀταξία πού ὑπάρχει στήν ἔκδοση τοῦ περιοδικοῦ, ἐδῶ καί ἀρκετά χρόνια. Ὅμως, σέ ὅλο αὐτό τό διάστημα, καί εἰδικότερα ἀπό τό 1975 πού ἀρχίσαμε νά δίνουμε τό περιοδικό στούς συνδρομητές σέ μειωμένη τιμή, ἡ συνδρομή ὑπολογίζεται σέ ἀριθμό τευχῶν καί ὄχι μέ τό ἔτος. Οἱ ἀποδείξεις πού δίνουμε στούς συνδρομητές ἀναφέρουν ἀριθμό τευχῶν (12 παλιότερα) καί ποιά τεύχη ἀκριβῶς ἀφορᾶ ἡ συνδρομή, π.χ. ἀπό Νο 101 ὡς Νο 112. Πουθενά στήν ἀπόδειξη μά οὔτε καί προφορικά δέν ὑποσχεθήκαμε ὅτι θά παραδώσουμε 12 τεύχη μέσα σ' ἕνα χρόνο.

Ὅμως, ἀνεξάρτητα ἀπό τίς προθέσεις μας καί τήν ὀρθότητα ὑπολογισμοῦ τῶν συνδρομῶν, ἡ σύγχυση εἶναι μιά πραγματικότητα πού δέν μᾶς ἐπιτρέπεται νά παραβλέψουμε. Στήν προσπάθειά μας νά ξεπεράσουμε τά προβλήματα πού δημιουργεῖ τόσο σέ μᾶς ὅσο καί στούς συνδρομητές μας (δυσαρεστημένους ἤ συνδρομητές πού στέλνοντας κάθε χρόνο συνδρομή ἔχουν πληρώσει μέχρι... δευτέρας παρουσίας) πήραμε σάν βάση ὑπολογισμοῦ τῆς νέας τιμῆς τῆς συνδρομῆς τά 6 τεύχη πού, μέ ἐξαίρεση τή φετινή χρονιά, θά βγαίνουν σ' ἕνα χρόνο. Ἐπίσης, παρακαλοῦμε τούς συνδρομητές μας νά μήν σπεύδουν νά διαμαρτυρηθοῦν ἤ νά ἀνανεώσουν τήν συνδρομή τους, πρίν τούς εἰδοποιήσουμε γιά τή λήξη της.

Ἕνα ἀκόμα μπλέξιμο ἔχει δημιουργήσει ἡ ἀπουσία τεύχους πού νά ἀναφέρεται στούς μήνες Ἰανουάριο, Φεβρουάριο, Μάρτιο καί Ἀπρίλιο 1977. Ὅσοι συνδρομητές νομίζουν ὅτι ἔχασαν ἤ δέν τούς στείλαμε τό ἀντίστοιχο τεῦχος, ἄς προσέξουν τήν ἀρίθμηση τῶν τευχῶν. Τό τεῦχος Νο 108 εἶναι Νοεμβρίου-Δεκεμβρίου 1976 καί τό ἀμέσως ἑπόμενο σέ ἀρίθμηση, Νο 109, εἶναι Μαΐου-Ἰουνίου 1977.

Ἀρκετοί παλιοί συνδρομητές ρωτᾶνε:

«Ἡ συνδρομή μου λήγει στό τεῦχος 120. Τί διαφορά πρέπει νά πληρώσω τώρα πού ἀκρίβηνε ἡ τιμή τῆς συνδρομῆς;».

Ἀπολύτως καμιά. Σ' αὐτή τήν περίπτωση ἰσχύει ἡ εὐνοϊκή μεταχείριση ἤ, καλύτερα, τό προνόμιο τοῦ συνδρομητῆ. Μέχρι νά λήξει ἡ συνδρομή του θά παίρνει τά τεύχη στήν παλιά τιμή. Μετά τή λήξη της καί ἐφόσον θελήσει νά τήν ἀνανεώσει, θά πληρώσει τήν συνδρομή του στήν τιμή πού θά ἰσχύει τή στιγμή τῆς ἀνανεώσεως.

Φίλοι, ἐχθροί, ἀναγνῶστες καί συνδρομητές μᾶς λένε:

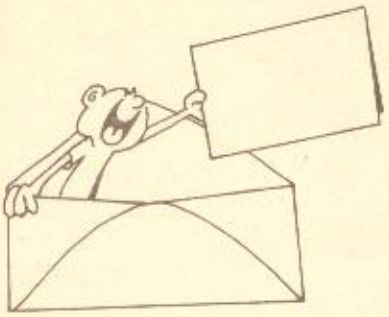
«Πολύ τούς ἀποπαίρνετε τούς ἀναγνῶστες σας. Τί πάει νά πεῖ «θέλουμε ἀναγνῶστες πού νά μποροῦμε νά ἔχουμε ἐποικοδομητική ἐπικοινωνία»; Τήν ψωνίσατε ἤ μήπως τά κονομήσατε;».

Σύμφωνα μέ τήν καθιερωμένη νοοτροπία, τήν ἔχουμε χρόνια «ψωνίσει». Μόνο πού τό «ψώνιο μας» εἶναι ἀντιστρόφως ἀνάλογο τῆς «κονομησιᾶς». Ὡστόσο, ψωνισμένοι ἤ ὄχι, τό περιοδικό τό βγάζουμε γιά νά διαβάζουν οἱ ἀναγνῶστες αὐτά πού γράφουμε καί νά μποροῦμε νά μιλᾶμε τήν ἴδια γλώσσα. Ἄν πρόκειται νά τό ὑπαγορεύουμε ἀπό τό τηλέφωνο, εἶναι προτιμότερο νά κολλήσουμε μιά ταμπέλλα «ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΣ ΠΑΣΗΣ ΦΥΣΕΩΣ» καί νά ξενοιάσουμε μιά γιά πάντα ἀπό τόν νταλκά καθυστέρηση, συνδρομές, ἀνατιμήσεις, τυπώματα, πρακτορεῖα κλπ. κλπ.

Ἀφήσαμε τελευταία τήν σπανιότερη καί ἐντυπωσιακότερη ἀντίδραση.

«Γιατί νά γραφτοῦμε συνδρομητές; Ἄν κλείσει τό περιοδικό καί χάσουμε τά λεφτά μας;».

Αὐτό μᾶς θυμίζει τήν ἱστορία τοῦ ζευγαριοῦ πού, κατεβαίνοντας στό ὑπόγειο τοῦ σπιτιοῦ του γιά νά πάρει κρασί, εἶδε ἕνα τσεκούρι κρεμασμένο κι ἔβαλε τά κλάματα: «Ἄν κάνουμε ἕνα παιδί κι ἄν τό παιδί μεγαλώσει κι ἄν μιά μέρα τό στείλουμε στό ὑπόγειο γιά κρασί κι ἄν φύγει ἀπό τό καρφί τό τσεκούρι κι ἄν εἶναι ἀπό κάτω τό παιδί μας καί τό σκοτώσει, τί θά κάνουμε οἱ κακόμοιροι;».



Αλληλογραφία

Ἀγαπητά «Η.Ν.»

Δέν εἶναι ἡ πρώτη φορά – ἀλλά οὔτε καί ἡ τελευταία – πού ἔρχομαι σ' ἐπαφή μαζί σας, γι' αὐτό καί θά μπῶ κατ' εὐθεῖαν στό θέμα, ἤ μᾶλλον στά θέματα.

Πρῶτον, τά «Η.Ν.» αὐτή τή στιγμή βρίσκονται ἐκεῖ πού ὅλοι μας θέλαμε νά βρίσκονται, ἔστω κι' ἄν αὐξήθηκε ἡ τιμή τους.

Δεύτερον, παρατηρῶ μιά τάση τοῦ περιοδικοῦ πρός τά ψηφιακά κυκλώματα, παραμελώντας λιγάκι τά γραμμικά, μεταξύ τῶν ὁποίων καί οἱ ραδιοερασιτεχνικές κατασκευές (πομποί, δέκτες, keyers κ. ἄ.).

Τρίτον, μιά καί ἄρχισαν νά δίνονται κανονικά ἄδειες, θά πρέπει νά στραφεῖ τό ἐνδιαφέρον τοῦ περιοδικοῦ στίς κατασκευές πού εἶναι ἀπαραίτητες γι' αὐτούς πού ἐπιθυμοῦν νά ἀποκτήσουν ραδιοερασιτεχνικό πτυχίο. Καί γιά νά γίνω πιό σαφής, θά πρέπει νά κατασκευάσετε ἕνα ἠλεκτρονικό keyer πού νά διαθέτει: α) δύο εἰσόδους, μία γιά ἁπλό καί μία γιά διπλό χειριστήριο, β) διακόπτη tune συνδεδεμένο παράλληλα μέ τό ἁπλό keyer, γ) μνήμη dot καί dash καί ποτενσιόμετρο μέ τό ὁποῖο νά ρυθμίζεται ὁ ἀριθμός τῶν σημάτων πού θά στέλνει, δ) τρεῖς ἐξόδους, δύο γιά πομπό καί μία γιά μεγάφωνο, ε) νά ἐπαναλαμβάνει (αὐτό εἶναι καί τό σπουδαιότερο) τά σήματα πού στείλαμε πρίν ἀπό λίγο, πατώντας ἕνα διακόπτη, πράγμα πού θά χρησιμεύσει στή λήψη.

Ἄν καταφέρετε κάτι τέτοιο, χίλιες φορές συγχαρητήρια ἀπ' ὅλους τούς ραδιοερασιτέχνες.

ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΜΑΡΤΑΚΗΣ
Λαμία

• Τό περιοδικό δέν κάνει τέτοιου εἴδους διακρίσεις στίς κατασκευές. Ἁπλῶς προσπαθεῖ νά ἀνταποκριθεῖ στίς ἀπαιτήσεις τοῦ κοινοῦ του, στηριζόμενο πάντοτε στίς δικές του δυνάμεις καί στίς δυνατότητες πού τοῦ προσφέρει ἡ ἑλληνική ἀγορά. Καί ἐπειδή οἱ δυνατότητες τοῦ περιοδικοῦ, ἀλλά καί τῆς ἑλληνικῆς ἀγορᾶς, δέν εἶναι ἀπεριόριστες, καί ἀπ' τήν ἄλλη μεριά οἱ ἀπαιτήσεις τῶν ἀναγνωστῶν γιά κατασκευές εἶναι πάρα πολλές, ἑπόμενο εἶναι νά ὑπάρχουν ἀρκετοί πού θεωροῦν λίγο πολύ ὅτι «παραμελοῦνται». Μόνο πού αὐτοί δέν θά πρέπει νά εἶναι οἱ ραδιοερασιτέχνες.

Ἠλεκτρονικό χειριστήριο θά δάλουμε ἀργότερα, χωρίς αὐτό νά σημαίνει ὅτι θά ἔχει τίς δυνατότητες πού ἀναφέρετε.

Ἀγαπητά «Η.Ν.»

Σᾶς συγχαίρω γιά τήν ὡραία δουλειά σας, πού τήν ἐξέλιξή της ἄρχισα νά παρακολουθῶ ἐδῶ καί δύο χρόνια, ἀπό τότε πού μπῆκα στόν κόσμο τῶν ἠλεκτρονικῶν.

Ὁμολογουμένως ἡ ποιότητα τοῦ περιοδικοῦ μας εἶναι εὐρωπαϊκῆς στάθμης καί εὐχαριστεῖ καί ἐντυπωσιάζει τόν ἀναγνώστη. Εὔχομαι νά συνεχίσει νά ἀνταποκρίνεται μέ τόση πίστη στίς ἀπαιτήσεις τοῦ κοινοῦ.

ΖΗΣΗΣ ΧΡΟΝΑΙΟΣ
Ἀθήνα

• Γράμματα σάν καί τό δικό σας μᾶς δίνουν κουράγιο νά συνεχίσουμε τήν προσπάθεια πού ἀρχίσαμε πρίν δεκατρία χρόνια.

Κύριοι

Ἀφορμή μοῦ ἔδωσε τό ὑπ' ἀριθ. 110 τεῦχος σας μέ τήν τόσο πιστευτή καί τραγική ἐνημέρωσή σας. Αὐξάνετε τό περιοδικό στήν τιμή τῶν 100 δρχ. κατά μισό τεῦχος. Μέ γειά σας καί χαρά σας.

Ἀλλά θά ἤθελα ὅμως νά ἀφιερώσετε λίγο χρονικό διάστημα γιά νά προσέξετε αὐτά πού σᾶς γράφω. Τό γράμμα αὐτό ἤθελα νά τό γράψω ἀπό ἔτους, ἀλλά λόγω ἀσχολιῶν δέν μοῦ ἐδόθη ἡ εὐκαιρία. Ἡ πρώτη μου ἀπορία ἦταν τό πῶς καταφέρνετε καί ξεγελᾶτε ἔτσι τόν κόσμο, δίχως νά ἔχετε καί τίς ἀνάλογες συνέπειες. Γράφετε συγκεκριμένα ὅτι συνδρομή ἑνός ἔτους ἀποτελουμένη ἀπό 12 τεύχη κοστίζει ἕνα - ἕνα τεῦχος 420 δρχ. Ἀλλά δέν προσέξατε ὅτι 6 x 35 = 210 δρχ., διότι τά τεύχη κύριοι εἶναι 6 καί ὄχι 12. Ἐκδίδετε ἕνα τεῦχος κάθε δύο μῆνες.

Στήν οὐσία τή νύφη τήν πληρώνουμε ἐμεῖς οἱ συνδρομητές, ἕνας ἐκ τῶν ὁποίων δυστυχῶς ἤμουν καί ἐγώ. Θά ἀπορεῖτε φυσικά μέ αὐτά πού σᾶς γράφω. Σᾶς βεβαιῶ ὅμως ὅτι εἶναι ἡ πικρή ἀλήθεια τῆς καταστάσεως. Συγκεκριμένα διά τήν συνδρομή τοῦ ἔτους 1976 ἐπλήρωσα διά ταχυδρομικῆς ἐπιταγῆς ποσόν 315 δρχ. γιά 12 τεύχη. Παρ' ὅλα αὐτά στά χέρια μου κρατῶ 6 τεύχη τά ὁποῖα εἶναι γιά δύο μῆνες τό καθένα καί τά ὁποῖα κοστίζουν 35 δρχ. ἕκαστον.

Λίχως νά τό καταλάβω γίνομαι συνδρομητής καί γιά τό ἔτος 1977, γιά τό ὁποῖο ἔστειλα ἄλλες 315 δρχ. καί ἔχω λάβει μέχρι στιγμῆς 2 τεύχη, τά ὑπ' ἀριθ. 109 καί 110. Ἡ χρονιά δηλ. γιά σᾶς ἀρχίζει ἀπό τούς μῆνες Μάϊο – Ἰούνιο. Δέν ὑπάρχουν δηλ. τά τεύχη τῶν μηνῶν Ἰανουαρίου – Ἀπριλίου.

ΔΙΟΡΘΩΣΗ

Παρακαλοῦμε τούς ἀγαπητούς μας ἀναγνῶστες νά κάνουν τίς ἑξῆς διορθώσεις στό ἄρθρο «Δικτυώματα προσαρμογῆς γιά ἐνισχυτές ὑψηλῶν συχνοτήτων».

1. Σελ. 38 – 40: Στούς πίνακες τοῦ δικτυώματος 2 τά μεγέθη X_{L1} — X_{C1} — X_{C2} νά ἀντικατασταθοῦν μέ τά X_{C1} — X_{C2} — X_L. ἀντίστοιχα.

2. Σελ. 41 – 42: Στούς πίνακες τῶν δικτυωμάτων 3Α καί 3Β τά μεγέθη X_{L1} — X_{C1} — X_{C2} νά ἀντικατασταθοῦν μέ τά X_{C1} — X_{C2} — X_{L2}, ἀντίστοιχα.

3. Σελ. 43 – 45: Στούς πίνακες τοῦ δικτυώματος 4 τά μεγέθη X_{C1} — X_{C2} νά ἀντικατασταθοῦν μέ τά X_{L2} — X_{C1}, ἀντίστοιχα.

Αὐτό μέ κάνει να απορω, διότι ἡ χρονιά 1976 τελειώνει μέ τό 108 τεῦχος καί λαμβάνω μετά τέσσαρες μῆνες τό τεῦχος 109 πού εἶναι τοῦ Μαΐου. Καί διαβάζω τό τεῦχος 110 στό ὁποῖο λέτε ὅτι δέν τά βγάζετε πέρα καί ἀνεβάζετε τήν τιμή ἀπό 35 σέ 100 δρχ.

Ἄν καταλαβαίνω καλά ἡ συνδρομή ἔτους θά γίνει 1200 δρχ. καί ἐσεῖς θά στέλνετε 6 περιοδικά, δηλ. θά κοστίζει τό περιοδικό 200 δρχ. (οὔτε σύγγραμμα νά ἦταν).

Κύριοι, εἶμαι συνδρομητής καί ἄλλου περιοδικοῦ τό ὁποῖο μάλιστα ἔδρα ἔχει τήν Ἀγγλία. Γιά συνδρομή ἑνός ἔτους πληρώνω 480 δρχ. μέ τά ταχυδρομικά τέλη καί λαμβάνω 12 τεύχη μέ πολύ καλύτερο χαρτί, μεταξωτό, καί πολύ περισσότερες σελίδες καί ὡς ἐπακόλουθο πολύ περισσότερη ὕλη. Τό περιοδικό αὐτό ἔχει καί τό ἐξῆς ἐλάττωμα. Ἔρχεται ἀπό τόσο μακριά 10 μέρες πρίν τῆς πρώτης ἑκάστου μηνός, ἐνῶ τό δικό σας στό τέλος κάθε δευτέρου μηνός. Βλέπετε λοιπόν τί χάος ἐπικρατεῖ.

Κύριοι, ἐπειδή δέν μοῦ μένει ἄλλος χρόνος τελειώνω μέ αὐτά. Ξεκαθαρίστε μαζί μου μέ τό 1976. Μοῦ χρωστᾶτε 6 τεύχη, διότι πλήρωσα γιά 12 καί ἔλαβα 6. Διακόψτε τή συνδρομή μου γιά πάντα καί τακτοποιήσατε τό 1977. Μοῦ ὀφείλετε γι' αὐτό τό ἔτος 10 τεύχη. Ἀπαντῆστε μου γιά νά πράξω κι' ἐγώ τά πρέποντα.

Α. ΠΑΠΑΜΑΥΡΟΥΔΗΣ
Θεσσαλονίκη

• Προφανῶς ἔχετε παρεξηγήσει τά πράγματα ἤ πετάξατε τίς ἀποδείξεις πού σᾶς στείλαμε, χωρίς νά τίς προσέξετε – φαινόμενο πολύ συνηθισμένο στούς συνδρομητές μας καί μόνιμη πηγή ἀνωμαλιῶν. Ἄλλοι – ὅπως ἐσεῖς – νομίζουν ὅτι τούς ξεγελᾶμε καί ἄλλοι στέλνουν κάθε χρόνο τή συνδρομή τους, ἀνεξάρτητα μέ τά τεύχη πού βγάζουμε.

Σέ ὅ,τι ἀφορᾶ τήν περίπτωσή σας, οἱ παρακάτω ἀποδείξεις μιλᾶνε μόνες τους:

1. Ἀπόδειξη 1514/1975, τεύχη 97 – 108. Τό τελευταῖο τεῦχος, τό 108, σᾶς τό στείλαμε στίς 24 - 3 - 77.

2. Ἀπόδειξη 2318/1977, τεύχη 109 - 120. Ἔχετε πάρει τά τεύχη 109 - 111, παίρνετε τώρα τό 112 καί θά σᾶς στείλουμε, ὅταν κυκλοφορήσουν, τά τεύχη 113 – 120.

Ἄν, ἐδῶ κι' ἕνα χρόνο, εἴχατε τίς ἐπιφυλάξεις καί τίς ὑποψίες πού ἀναφέρετε στό γράμμα σας, τότε γιατί στείλατε καί δεύτερη ἐπιταγή, πρίν καλά - καλά πάρετε τά τεύχη πού εἴχατε πληρώσει μέ τήν πρώτη;

Τόσο γιά τίς ὑπόλοιπες σκέψεις ὅσο καί γιά τούς ὑπολογισμούς σας σχετικά μέ τό πόσο κοστίζει στούς συνδρομητές τό περιοδικό, σᾶς εὐχαριστοῦμε. Μᾶς δώσατε τήν εὐκαιρία νά ἐξηγήσουμε, γιά ἄλλη μιά φορά, τόν τρόπο πού ἀντιμετωπίζουμε τούς συνδρομητές. Παρακαλοῦμε, διαβάστε προσεκτικά τό σημείωμά μας στή σελίδα 6. Ἐλπίζουμε νά λυθοῦν οἱ ἀπορίες σας, ὅπως θά λυθοῦν καί οἱ ἀπορίες πολλῶν ἄλλων ἀναγνωστῶν, πού γιά λόγους ἀδρότητας ἤ ἀπό ἀδιαφορία δέν θέλησαν νά τίς ἐκφράσουν, ἔστω καί σέ λιγότερο ἔντονο ἀπό τό δικό σας ὕφος.

• ΓΙΑΝΝΗ ΚΑΤΣΑΝΕΒΑΚΗ, Ἡράκλειο Κρήτης: Ἡ χαρά μας εἶναι μεγάλη, ὅταν μαθαίνουμε ὅτι τά «Η.Ν.» ἀξιοποιοῦνται ἀπό τούς ἀναγνῶστες τους. Φωτορυθμικό (ὄχι ὅμως μέ φίλτρα διαχωρισμοῦ συχνοτήτων) θά παρουσιάσουμε σύντομα.

• Γ. ΛΙΑΚΕΑ, Ἀθήνα: Δέν εἶναι δυνατό νά σᾶς ἀπαντήσουμε μέ ἰδιαίτερη ἐπιστολή. Οἱ ἀπαντήσεις σέ τεχνικά θέματα δίνονται ἀπό τή στήλη τῆς ἀλληλογραφίας.

• ΠΕΤΡΟ ΓΕΩΡΓΙΟΥ, Κύπρο: Κατασκευή φωτορυθμικοῦ θά βρεῖτε στό τεῦχος 91. Σύντομα, μάλιστα, πρόκειται νά παρουσιάσουμε κι' ἄλλη.

• ΣΕΡΑΦΕΙΜ ΚΟΥΡΟΥΚΑΦΑΚΗ, Θεσσαλονίκη: Παλιότερα, τά «Η.Ν.» εἶχαν ἀφιερώσει ἰδιαίτερη στήλη στούς ραδιοερασιτέχνες, ὅπου δημοσιεύονταν πληροφορίες σάν κι' αὐτές πού ζητᾶτε. Ἀλλά, ἐδῶ καί δύο χρόνια, ἡ στήλη αὐτή σταμάτησε, γιατί ἔπαψαν νά μᾶς ἐνημερώνουν οἱ ραδιοερασιτεχνικές ἑνώσεις. Γιά τά συγχαρητήρια καί τή συμπαράσταση εὐχαριστοῦμε θερμά.

• Ε. ΠΑΠΑΚΑΝΕΛΛΟ, Ἀθήνα: Δέν ἔχουμε παρουσιάσει οὔτε ὑπάρχει πρόθεση νά παρουσιάσουμε σύντομα τέτοιες κατασκευές.

Γιά τά ἄλλα, εὐχαριστοῦμε.

• ΑΝΤΩΝΗ ΚΑΛΟΤΣΗ, Σέρρες: Οἱ ἀκροδέκτες 1 - 5 - 8, δέν συνδέονται πουθενά. Τό ρεῦμα πού τραβάει τό κύκλωμα εἶναι ὅσο τό ρεῦμα στό ὁποῖο δρᾶ ἡ ἠλεκτρονική ἀσφάλεια σύν 5mA περίπου.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕ ΠΡΟΣΟΧΗ

Ἐάν λατρεύεις τό Hi-Fi καί τήν Ἠλεκτροακουστική γενικά, ἔχεις ἐκπληρώσει τίς στρατιωτικές σου ὑποχρεώσεις καί θέλεις νά κάνεις μιά λαμπρή καριέρα, σέ μιά στρωμένη ἐδῶ καί 25 χρόνια δουλειά, στόν τομέα τῶν κατασκευῶν καί τῆς ἔρευνας τοῦ Hi-Fi, τῶν εἰσαγωγῶν καί τοῦ ἐμπορίου αὐτῶν, τηλεφώνησε στό 821.9619 ἤ στό 883.3540 γιά μιά ἀνεπανάληπτη εὐκαιρία γιά σένα. Σοῦ τονίζω ὅτι δέν ἀποκλείεται καί ὁ συνεταιρισμός ἀκόμη, χωρίς νά χρειάζεται ἐκ μέρους σου οἰκονομική συμβολή.

Τέλος, ζητοῦνται σπουδαστές γιά ἐνσυρματώσεις.

ΜΙΚΡΕΣ ΑΓΓΕΛΙΕΣ

Στή στήλη αὐτή οἱ ἀναγνῶστες μας μποροῦν νά δημοσιεύουν ΔΩΡΕΑΝ ἀγγελίες γιά ζητήσεις ἐργασίας καί πωλήσεις ἤ ζητήσεις ἠλεκτρονικῶν συσκευῶν, ἐξαρτημάτων, βιβλίων, περιοδικῶν κλπ., ἀρκεῖ νά μήν ὑπερβαίνουν τίς 40 λέξεις, οὔτε νά ἀποτελοῦν προβολή ἐμπορικῆς δραστηριότητας. Οἱ ἀγγελίες πρέπει νά εἶναι καθαρογραμμένες, νά ἀναφέρουν πλήρες ὄνομα διεύθυνση ἤ τηλέφωνο καί νά ἀποστέλλονται ταχυδρομικῶς ἤ νά τίς φέρνετε στά γραφεῖα μας. Τηλεφωνικῶς δέν γίνονται δεκτές.

• *ΠΩΛΟΥΝΤΑΙ (ἀχρησιμοποίητα): α) παλμογράφος Leader LBO-502, β) γεννήτρια σαρώσεως Leader LSW-250. Πληροφορίες Ζήσης, τηλ. 345.8728, 3 - 8 μ.μ.*

• *ΠΩΛΟΥΝΤΑΙ σέ τιμή εὐκαιρίας: α) μεγάφωνο δίκωνο AD4200M, 20W, 7Ω, 12 ἰντσῶν, β) λυχνίες μέ λίγες ὧρες λειτουργίας 807, 5R4, 5U4, 6V6, 6SK7, ECC82, ECC83, EC90, EF86, EL84, 6J5, γ) πυκνωτές ἠλεκτρολυτικοί κοινοί καί δίδας 50μF/450V ἤ 50 + 50μF/450V, δ) μεταβλητοί πυκνωτές ἀέρος σέ διάφορες χωρητικότητες. Δημ. Λαμπρινόπουλος, τηλ. 823.7155.*

• *ΠΩΛΕΙΤΑΙ σέ τιμή εὐκαιρίας ὁλοκαίνουριο προγραμματιζόμενο καλκιουλέϊτορ Hewlett - Packard 65, μέ κάρτα 100 βημάτων, 9 μνῆμες, 85 προ-προγραμματισμένες συναρτήσεις καί μέ πλούσιο στόκ καρτῶν διατιθέμενο ἀπό τήν ἀντιπροσωπεία γιά μαθηματικά, μηχανική, χημεία, ἠλεκτρονικά (80 προγράμματα), τοπογραφία κ.ἄ. Μάκης, τηλ. 822.0173.*

τά νέα τών... ηλεκτρονικών νέων

ΤΡΑΝΖΙΣΤΟΡ ΙΣΧΥΟΣ ΤΑΧΕΙΑΣ ΜΕΤΑΓΩΓΗΣ

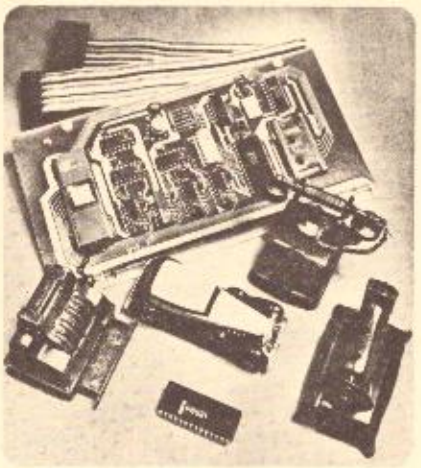
Ἡ RCA παρουσίασε μιά νέα σειρά τρανζίστορ ἰσχύος ὑψηλῆς τάσεως ταχείας μεταγωγῆς, τά ὁποῖα ἔχουν ρεῦμα συλλέκτη ἀπό 3 ὡς 15A, τάση συλλέκτη-ἐκπομποῦ 450V καί χρόνους μεταγωγῆς στήν ἀποκοπή ἀπό 300 ὡς 800nsec. Διατίθενται σέ θήκη TO-3 καί λειτουργοῦν ἱκανοποιητικά μέχρι τούς 30KHz.

BF479 – BF679/680

Τρανζίστορ UHF τῆς Motorola, συσκευασμένα σέ θήκη macro-T, μέ μεγάλη τάση διασπάσεως, ὑψηλή θερμοκρασία λειτουργίας, μεγάλη ἰσχύ καταναλώσεως καί ἐξαιρετικά χαρακτηριστικά θορύβου. Τό BF479, πού προορίζεται γιά δέκτες UHF, ἐνισχυτές εὐρείας ζώνης κ.ἄ., ἔχει μέγιστο θόρυβο 6dB καί ἐνίσχυση ἰσχύος 22dB στούς 800MHz μέ ρεῦμα συλλέκτη 10mA. Παρόμοια εἶναι καί τά χαρακτηριστικά τῶν ἄλλων δύο τύπων, οἱ ὁποῖοι προορίζονται γιά ἐνισχυτές UHF/VHF μέ AGC, τό BF679, καί ταλαντωτές ἤ βαθμίδες μίξεως, τό BF680.

ΜΙΚΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΤΗΣ ΧΑΜΗΛΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ

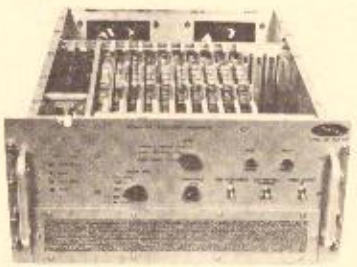
Τό ὁλοκληρωμένο κύκλωμα 8021 τῆς Intel εἶναι ἕνας μικροϋπολογιστής πού περιέχει κεντρική μονάδα ἐπεξεργασίας 8 bits, μνήμη ἐγγραφῆς-ἀναγνώσεως 64 bytes, μνήμη προγράμματος 1024 bytes, 21 γραμμές I/O, προγραμματιζόμενο ἀπαριθμητή καί κύκλωμα χρονισμοῦ. Τό πρόγραμμά του γράφεται στήν ROM κατά τή φάση τῆς κατασκευῆς τοῦ τσίπ καί γιά τήν ἀνάπτυξή του χρησιμοποιεῖται ἐξωτερική ROM. Τό



ρεπερτόριο ἐντολῶν τοῦ 8021 περιλαμβάνει 60 ἐντολές, μέ χρόνο ἐκτελέσεως ἀνά κύκλο 10μsec. Γιά τήν ἐκτέλεση καθεμιᾶς ἐντολῆς δέν ἀπαιτοῦνται περισσότεροι ἀπό δύο κύκλους. Τό 8021 λειτουργεῖ μέ τάσεις 4,5... 6V καί κοστίζει γύρω στά 3 δολλάρια.

ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΑ 1KW

Ἡ σειρά PRR τῆς Kepco περιλαμβάνει τροφοδοτικά 1KW μεγάλης ἀξιοπιστίας, πού διατίθενται στούς ἑξῆς συνδυασμούς τάσεως-ρεύματος: 12V/77A, 24V/42A, 38V/36A, 48V/22A. Ἡ ἀπόδοσή τους κυμαίνεται μεταξύ 70 καί 80%.



CRI ΤΗΣ AEL

Ἡ συσκευή CRI (Computer Recorder Interface) τῆς AEL διαθέτει μνήμη μέ χωρητικότητα 1,44 ἑκατομμύρια λέξεις καί χρησιμοποιεῖται σάν ἐνδιάμεση μονάδα γιά τήν ἀνάλυση σημάτων εὐρείας ζώνης μέσω ἠλεκτρονικοῦ ὑπολογιστῆ. Ὡς μονάδες εἰσόδου μπορεῖ νά χρησιμοποιήσει μαγνητικούς ἐγγραφεῖς, δέκτες ἤ μονάδες δειγματοληψίας. Ὁ ρυθμός δειγματοληψίας τῆς συσκευῆς φτάνει τούς 20MHz.

ΤΗΛΕΦΩΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕ ΟΠΤΙΚΗ ΖΕΥΞΗ

Ἕνα νέο τηλεφωνικό σύστημα ὀπτικῆς ζεύξεως, κατάλληλο γιά τίς ἐφαρμογές ἐκεῖνες ὅπου πρωταρχική σημασία ἔχει ἡ ἠλεκτρική ἀπομόνωση, ἡ ἀδιαφορία στίς παρεμβολές καί τό ἀπόρρητο τῆς ἐπικοινωνίας, παρουσίασε ἡ Belling-Lee. Τό σύστημα περιλαμβάνει δύο τηλεφωνικές συσκευές, δύο πομποδέκτες ὀπτικῆς ζεύξεως Fibretran καί τόν ἀπαραίτητο κυματοδηγό φωτός, ὁ ὁποῖος μπορεῖ νά καλύψει ἀποστάσεις μέχρι 100m. Ἡ τροφοδότησή του ἐξασφαλίζεται ἀπό τό δίκτυο ἤ μπαταρίες.

ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ

Τό σύστημα 45 τῆς νέας σειρᾶς 9800, πού παρουσίασε πρόσφατα ἡ Hewlett-Packard, διαθέτει μιά δυναμική κεντρική μονάδα ἐπεξεργασίας, μνήμη μεγάλης χωρητικότητας, μονάδα ἀπεικονίσεως μέ CRT 12 ἰντσῶν καί χρησιμοποιεῖ τή γλώσσα προγραμματισμοῦ BASIC. Προορισμός τῆς νέας γενιᾶς ὑπολογιστῶν εἶναι νά καλύψει τό κενό ἀνάμεσα στά ἐπιτραπέζια προγραμματιζόμενα καλκιουλέιτορ καί τούς μίνι ὑπολογιστές. Τό σύστημα 45 εἶναι συνεργάσιμο μέ ἄλλες συσκευές βάσει μεταφορᾶς πληροφοριῶν σέ σειρά ἤ παράλληλα σέ BCD ἤ μέ τό HP-IB (IEEE-488).

Microprocessors

COPYRIGHT
MOTOROLA & «Η.Ν.»

Μέρος ἕβδομο

ΓΛΩΣΣΕΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ

Ὅπως εἴπαμε στό προηγούμενο τεῦχος, οἱ ἐντολές ἑνός προγράμματος μποροῦν νά γραφτοῦν σάν μιά σειρά ἀπό λογικές καταστάσεις 0 καί 1. Στήν περίπτωση αὐτή λέμε ὅτι τό πρόγραμμα εἶναι γραμμένο σέ γλώσσα μηχανῆς, δηλαδή στή γλώσσα πού χρειάζεται τελικά τό σύστημα. Ἕνα πρόγραμμα γραμμένο σέ γλώσσα μηχανῆς μπορεῖ νά εἰσαχθεῖ ἀμέσως στή μνήμη. Ὁ προγραμματισμός, ὅμως, σέ γλώσσα μηχανῆς εἶναι δύσκολος καί χρειάζεται μεγάλη προσοχή, γιατί πιθανόν νά γίνουν λάθη (π.χ. νά γραφτεῖ 0 στή θέση τοῦ 1 καί ἀντίστροφα), πού εἶναι δύσκολο νά ἐντοπιστοῦν.

Οἱ δυσκολίες αὐτές περιορίζονται, ἄν οἱ ἐντολές γραφτοῦν σέ ὀκταδική ἤ δεκαεξαδική μορφή. Μόνο πού κάτι τέτοιο δέν ἐπιτρέπει στόν προγραμματιστή νά ἔχει ἄμεση ἀντίληψη τῆς λειτουργίας πού ἐκτελεῖται σέ κάθε ἐντολή. Ἐπί πλέον, ἐπειδή δέν εἶναι εὔκολο νά θυμᾶται τίς ἐντολές πού γράφονται μ' αὐτόν τόν τρόπο, θά ὑποχρεωθεῖ νά ἀνατρέχει συνεχῶς στούς πίνακες μέ τούς κώδικες λειτουργίας.

Ἡ ἀνάγκη, λοιπόν, γιά ἕνα ρεπερτόριο ἐντολῶν πού νά ἀπομνημονεύονται εὔκολα ὁδήγησε στή χρησιμοποίηση τῆς συμβολικῆς γλώσσας. Στή γλώσσα αὐτή οἱ ἐντολές συμβολίζονται μέ συνδυασμούς γραμμάτων, πού εἶναι πολύ πιό εὔκολο νά τούς θυμηθεῖ, νά τούς ἀναγνωρίσει καί νά τούς καταλάβει ὁ προγραμματιστής. Ἡ μετατροπή τους σέ δυαδική μορφή γίνεται ἀπό τό πρόγραμμα assembler, τό ὁποῖο μπορεῖ ἀκόμη νά διαπιστώσει ὁρισμένα σφάλματα πού ἔχουν γίνει στό γράψιμο τοῦ προγράμματος. Οἱ δυνατότητες αὐτές ἀποτελοῦν τά βασικότερα πλεονεκτήματα τῆς συμβολικῆς γλώσσας, τά ὁποῖα βέβαια δέν εἶναι καί τά μοναδικά. Οἱ κατασκευαστές MPU ἐπιδιώκουν νά συμπεριλάβουν ὅσο τό δυνατό περισσότερες δυνατότητες στή συμβολική τους γλώσσα. Ἐξάλλου, γιά νά ἐξασφαλίσουν σ' ὅσους χρησιμοποιοῦν τά συστήματά τους τίς δυνατότητες πού ἔχουν οἱ προγραμματιστές τῶν μεγάλων ὑπολογιστικῶν συστημάτων, πολλοί ἀπό τούς κατασκευαστές διαθέτουν ἀνώτερες γλῶσσες προγραμματισμοῦ καί τά ἀντίστοιχα μεταφραστικά προγράμματα (compilers), macro-assemblers, βιβλιοθῆκες ὑποπρογραμμάτων κ.ἄ.

Ἡ βασική διαφορά μιᾶς συμβολικῆς γλώσσας ἀπό μιάν ἀνώτερη εἶναι ἡ ἀναλογία πού ὑπάρχει μεταξύ τῶν ἀρχικῶν ἐντολῶν καί τῶν ἐντολῶν τῆς γλώσσας μηχανῆς στήν ὁποία τελικά θά μεταφραστοῦν. Κάθε ἐντολή τῆς συμβολικῆς γλώσσας μετατρέπεται σέ μιάν ἀντίστοιχη ἐντολή γλώσσας μηχανῆς (ἡ ἀναλογία τους δηλαδή εἶναι ἕνα πρός ἕνα). Δέν συμβαίνει ὅμως τό ἴδιο καί μέ τήν ἀνώτερη γλώσσα. Κάθε ἐντολή τῆς ἀνώτερης γλώσσας μπορεῖ νά δημιουργήσει περισσότερες ἀπό μιά ἐντολές γλώσσας μηχανῆς. Οἱ ἐντολές τῆς ἀνώτερης γλώσσας μεταφράζονται ἀπό τό compiler σέ ἕνα πλῆθος ἐντολῶν κάποιας ἐνδιάμεσης γλώσσας. Τά συστήματα μικροεπεξεργασίας χρησιμοποιοῦν συνήθως σάν ἐνδιάμεση γλώσσα τή συμβολική, ἡ ὁποία θά μετατραπεῖ τελικά σέ γλώσσα μηχανῆς ἀπό τό assembler τῆς MPU. Ἔτσι, ἄν χρειαστεῖ νά τροποποιηθεῖ τό ἀρχικό πρόγραμμα, οἱ τροποποιήσεις μποροῦν νά γίνουν κατά τή φάση τῆς ἐπεξεργασίας του ἀπό τό assembler.

Ἕνα πρόγραμμα γραμμένο σέ ἀνώτερη γλώσσα μοιάζει πολύ μέ ἀγγλικό κείμενο καί ἔτσι μπορεῖ νά διαβαστεῖ εὔκολα. Μιά ἐντολή ἀνώτερης γλώσσας (statement) μπορεῖ νά λύσει ἕνα πλῆρες πρόβλημα, νά καθορίσει ἕναν ἀριθμό διαφορετικῶν ἀριθμητικῶν ἀποτελεσμάτων βάσει κάποιας συνθήκης ὑπολογισμοῦ κ.ἄ. Ἀντίθετα, μιά ἐντολή γιά assembler μπορεῖ νά καθορίσει μόνο ἕνα βῆμα κάποιας ἀριθμητικῆς λειτουργίας ἤ μιάν ἁπλή διακλάδωση.

Ἂς ὑποθέσουμε ὅτι μιά ἐντολή ἀνώτερης γλώσσας ἔχει τή μορφή:

```
IF (A-B) GREATER THAN 0 THEN C = 0 ELSE C = 2*A+B
```

Ἡ ἰσοδύναμη ἐντολή σέ συμβολική γλώσσα εἶναι πολύ πιό σύνθετη καί χρειάζεται μιά ρουτίνα μέ ἀρκετά βήματα προγράμματος. Ἔτσι, ἄν τό σύστημα διαθέτει δύο συσσωρευτές (A καί B), τό ἰσοδύναμο τῆς παραπάνω ἐντολῆς σέ συμβολική γλώσσα θά γραφτεῖ:

	ΕΝΤΟΛΗ			ΕΡΜΗΝΕΙΑ
	CBA			Σύγκρινε τό περιεχόμενο τῶν συσσωρευτῶν (A-B)
	BLE		ALTB	Δημιούργησε διακλάδωση ἄν (A-B) ≤ 0
AGTB	LDA	A	MEMD	Καταχώρησε στόν A τό περιεχόμενο D τῆς μνήμης
	BRA		NEXT	Προχώρησε στήν ἑπόμενη ἐντολή
ALTB	ASL	A		A = 2*A
	ADD	B	MEMD	Πρόσθεσε τό D στό 2*A
NEXT	STA	A	MEMC	Ἀποθήκευσε τό ἀποτέλεσμα

Ἡ χωρητικότητα τῆς μνήμης πού θά χρειαστεῖ μιά ρουτίνα γραμμένη σέ συμβολική γλώσσα ὑπολογίζεται ἀμέσως, προσθέτοντας τά bytes κάθε ἐντολῆς. Συγκεκριμένα, κάθε ἐντολή χρειάζεται ἕνα byte γιά τόν κώδικα λειτουργίας καί ἕνα μέ δύο bytes γιά τόν operand, ἀνάλογα μέ τή μέθοδο προσπελάσεως στή μνήμη πού θά χρησιμοποιηθεῖ. Γιά τή ρουτίνα τοῦ παραδείγματός μας θά χρειαστοῦν 12 bytes μέ τή μέθοδο «direct addressing» καί 15 bytes μέ τή μέθοδο «extended addressing». Ἀντίθετα, ὅταν οἱ ἐντολές ἔχουν γραφτεῖ σέ ἀνώτερη γλώσσα, ἡ ἀπαιτούμενη χωρητικότητα τῆς μνήμης δέν εἶναι εὔκολο νά ὑπολογιστεῖ, γιατί ἡ μετάφραση τῶν ἐντολῶν σέ γλώσσα μηχανῆς δέν γίνεται ἀμεσα. Ἐπί πλέον, ἡ ἐνδιάμεση ρουτίνα, στήν ὁποία θά μεταφραστεῖ ἡ ἀνώτερη γλώσσα, πολλές φορές δέν ἀποδίδεται μέ τόν πιό ἀποδοτικό τρόπο, μέ ἀποτέλεσμα νά χρειάζονται περισσότερες θέσεις τῆς μνήμης.

Συνήθως, οἱ ἀνώτερες γλῶσσες προγραμματισμοῦ πού χρησιμοποιοῦνται στίς MPU εἶναι κατάλληλες περισσότερο γιά ἀριθμητικούς ὑπολογισμούς παρά γιά τήν ἐκτέλεση λειτουργιῶν ἐλέγχου ἤ I/O, γιά τίς ὁποῖες εἶναι καταλληλότερη ἡ συμβολική γλώσσα, μιά κι αὐτή εἶναι πιό στενά συνδεδεμένη μέ τή γλώσσα μηχανῆς. Ἀποτελεῖ, λοιπόν, μεγάλο πλεονέκτημα νά ἐπιδέχεται τό compiler ἐνδιάμεσες ρουτίνες, πού μεταφράζονται ἀπό τό assembler, γιατί ἔτσι τά μαθηματικά μέρη τοῦ προγράμματος μποροῦν νά γραφτοῦν σέ ἀνώτερη γλώσσα καί οἱ ρουτίνες I/O σέ συμβολική. Ποιά ἀπ' ὅλα τά τμήματα θά γραφτοῦν μέ τήν πρώτη καί ποιά μέ τή δεύτερη θά τό καθορίσει ὁ προγραμματιστής, ὁ ὁποῖος πρέπει νά δώσει μεγάλη προσοχή σ' αὐτό τό σημεῖο, ὥστε νά ἐκμεταλλευτεῖ τίς δυνατότητες τοῦ συστήματος, νά ἐπιτύχει τόν ἐλάχιστο δυνατό χρόνο ἐκτελέσεως καί νά χρησιμοποιήσει ὅσο γίνεται λιγότερες θέσεις τῆς μνήμης.

Τό σπουδαιότερο ἀπό τά πλεονεκτήματα πού ἔχουν ὅλες οἱ συμβολικές γλῶσσες προγραμματισμοῦ εἶναι ἡ δυνατότητά τους νά χειρίζονται συμβολικές ἐκφράσεις. Τέτοιες ἐκφράσεις, ὅπως ἡ «MEMC» κλπ., χρησιμοποιήθηκαν στό προηγούμενο παράδειγμα, ἀντί νά γραφτοῦν οἱ πραγματικές ἀριθμητικές τιμές τῶν διευθύνσεων τῆς μνήμης, ὅπου ἔχουν καταχωρηθεῖ τά δεδομένα. Οἱ συμβολισμοί μετατρέπονται σέ ἀπόλυτες ἀριθμητικές τιμές ἀπό τό πρόγραμμα assembler. Ἔτσι, ὁ προγραμματιστής ἔχει τήν πρόσθετη δυνατότητα νά χρησιμοποιήσει σύμβολα στή θέση τῶν πραγματικῶν τιμῶν, γιά νά καθορίσει θέσεις τῆς μνήμης, διακλαδώσεις, προορισμούς ἁλμάτων κλπ. Στόν IX, γιά παράδειγμα, μπορεῖ νά καταχωρηθεῖ μιά τιμή ὑπολογιζόμενη ἀπό τό ἀριθμητικό ἰσοδύναμο τοῦ συμβόλου «BVFR» σύν μιά ἀριθμητική ποσότητα, π.χ. LDX#BVFR+26. Οἱ παραπάνω δυνατότητες ἐξοικονομοῦν πολύτιμο χρόνο στόν προγραμματιστή καί τοῦ ἐπιτρέπουν νά ἀλλάζει εὔκολα τίς θέσεις τῆς μνήμης πού χρησιμοποιοῦνται γιά τίς μεταβλητές τοῦ προβλήματος. Ἀναθέτοντας στό assembler νά ὑπολογίσει τίς ἀριθμητικές τιμές τῶν συμβόλων, εἶναι εὐκολότερο νά γίνουν τροποποιήσεις στό πρόγραμμα, ἄν χρειαστεῖ. Κάθε MPU διαθέτει τό δικό της πρόγραμμα assembler, τό ὁποῖο μπορεῖ νά ἔχει δυνατότητες διαφορετικές ἀπό κάποιο ἄλλο.

ΣΥΜΒΟΛΙΚΗ ΓΛΩΣΣΑ

Τελικά, μποροῦμε νά ποῦμε ὅτι τό assembler κάνει πιό εὔκολη τή ζωή τοῦ προγραμματιστῆ. Ἐκτός ἀπό τό ὅτι τοῦ ἐπιτρέπει νά ἀντικαθιστᾶ μέ σύμβολα τίς ἀριθμητικές τιμές πού δίνουν τίς διευθύνσεις τῆς μνήμης καί μέ συμβολικές ἐκφράσεις τούς κώδικες λειτουργίας, τοῦ δίνει τή δυνατότητα νά σημειώνει σχόλια, πού κάνουν πιό κατανοητό τό πρόγραμμα. Σάν σχόλια μποροῦν νά χρησιμοποιηθοῦν ἁπλές φράσεις, πού συνήθως περιγράφουν τή λειτουργία τοῦ προγράμματος ἤ ἐξηγοῦν τίς ὑπορουτίνες καί τίς ἐντολές του, ὥστε νά εἶναι εὔκολο νά τό καταλάβει ὄχι μόνο αὐτός πού τό ἔγραψε ἀλλά καί ὁποιοσδήποτε ἄλλος. Τά σχόλια θά βοηθήσουν τόν προγραμματιστή νά θυμηθεῖ ποιά λύση εἶχε δώσει σ' ἕνα συγκεκριμένο πρόβλημα, ὅταν, μετά ἀπό καιρό, θελήσει νά τροποποιήσει τό πρόγραμμά του.

Τά σχόλια σημειώνονται συνήθως στό πρόγραμμα μ' ἕναν ἀπό τούς δύο ἀκόλουθους τρόπους:

- Γράφονται μετά ἀπό τίς ἐντολές, σέ ξεχωριστή στήλη, καί χωρίζονται ἀπ' αὐτές μ' ἕνα διάστημα. (Ὁ τρόπος αὐτός χρησιμοποιήθηκε στό προηγούμενο παράδειγμα, ὅπου τά σχόλια ἔχουν ἀποδοθεῖ στά ἑλληνικά. Στά προγράμματα πού συντάσσονται στόν τόπο μας, τά σχόλια γράφονται στά ἑλληνικά μέ λατινικούς χαρακτῆρες, ἐκτός κι ἄν ὑπάρχει δυνατότητα νά χρησιμοποιηθοῦν ἑλληνικοί χαρακτῆρες).
- Γράφονται σέ ἀνεξάρτητες ἀράδες. Στήν ἀρχή καί τό τέλος κάθε ἀράδας σημειώνεται ἕνας ἀστερίσκος ἤ ἕνα «C» ἤ παρένθεση ἤ κάποιο ἄλλο σύμβολο.

Τό πρόγραμμα, στήν ἀρχική του μορφή (source programme), γράφεται σέ μιά σειρά ἀπό βήματα, γνωστά σάν «statements». Κάθε statement πιάνει μιάν ἀράδα, ἡ ὁποία μπορεῖ νά περιλαμβάνει μιά ἐπιγραφή (label), μιά ἐντολή καί ἕνα σχόλιο, ἤ μόνο ἕνα σχόλιο, ἤ ἀκόμη

καί ἄλλες πληροφορίες. Τά διαδοχικά statements χωρίζονται μεταξύ τους μέ ἕνα χαρακτήρα ἀλλαγῆς γραμμῆς (CR), ὁ ὁποῖος ὁδηγεῖ τό ἐκτυπωτικό μηχάνημα νά ἀλλάξει ἀράδα. Ἕνα τυπικό statement πού περιέχει μιά ἐντολή ἑνός προγράμματος ἀποτελεῖται ἀπό τέσσερα μέρη (fields): τό label, τόν μνημονικό συμβολισμό τοῦ κώδικα λειτουργίας, τόν operand καί τό σχόλιο. Τό πρῶτο καί τό τελευταῖο πιθανόν νά μή χρειάζονται σέ κάθε γραμμή, ἤ νά ὑπάρχει ἕνα ἀπό αὐτά. Μερικές φορές τά statements ἔχουν περισσότερα ἀπό τέσσερα μέρη, π.χ. μπροστά ἀπό κάθε ἀράδα ἔχουν τόν αὔξοντα ἀριθμό της. Συνήθως, ὁ αὔξοντας ἀριθμός προστίθεται στήν περίπτωση πού ἡ μετάφραση θά γίνει ἀπό ἠλεκτρονικό ὑπολογιστή. Ἄν ὁ προγραμματιστής δέν ἔχει ἀριθμήσει τίς ἀράδες, ἡ ἀρίθμηση προστίθεται ἀπό τό assembler, προκειμένου νά τή χρησιμοποιήσει ὡς ἀναφορά λαθῶν.

Ἀκόμη, ὑπάρχουν statements πού «κατευθύνουν» τό assembler (assembler directives), δηλαδή ὁρισμένες ἐντολές πού χρησιμοποιοῦνται μόνο ἀπό τό μεταφραστικό πρόγραμμα καί, ἐκτός ἀπό λίγες ἐξαιρέσεις, δέν δημιουργοῦν κώδικες σέ γλώσσα μηχανῆς. Τά προγράμματα στίς περισσότερες MPU ἔχουν στήν ἀρχή μιά τέτοια «κατεύθυνση», ἡ ὁποία εἰδοποιεῖ τό assembler ὅτι τό πρόγραμμα ἀρχίζει ἀπ' αὐτό ἀκριβῶς τό σημεῖο καί χαρακτηρίζει μ' ἕνα ὄνομα ὅ,τι θά προκύψει ἀπό τή μετάφραση. Τό ὄνομα τυπώνεται στήν ἴδια θέση μέ τούς operands. Τά περισσότερα assemblers χρειάζονται ἄλλη μιά κατεύθυνση, γιά νά τά εἰδοποιεῖ ποῦ τελειώνει ἡ μετάφραση τοῦ προγράμματος, προκειμένου νά μεταδιδάσουν τόν ἔλεγχο στόν ὑπολογιστή ἤ στήν τερματική μονάδα τοῦ χειριστῆ. Τόσο αὐτή ὅσο καί ἡ προηγούμενη κατεύθυνση δέν χρειάζονται operand. Ὁ operand εἶναι ἀπαραίτητος στήν «κατεύθυνση ἀρχῆς» (origin directive), ἡ ὁποία ὁρίζει τήν ἀριθμητική τιμή τῆς διευθύνσεως τοῦ πρώτου byte πού θά προκύψει ἀπό τή μετάφραση. Τούτη ἐξισώνει συνήθως τήν τιμή τοῦ ἀπαριθμητῆ διευθύνσεων τοῦ assembler μέ τήν τιμή τοῦ operand, χωρίς ὅμως νά δημιουργεῖ κώδικα σέ γλώσσα μηχανῆς.

Γιά νά ὁριστεῖ ἡ μορφή μέ τήν ὁποία θά δώσει τό assembler τά ἀποτελέσματα, χρειάζεται μιά κατεύθυνση. Μποροῦν νά χρησιμοποιηθοῦν π.χ. τά ὀνόματα ἤ τά ἀρχικά γράμματα τῶν περιφερειακῶν μονάδων, μέ τήν προϋπόθεση βέβαια ὅτι τό assembler θά μπορεῖ νά τά ἀναγνωρίσει. Ἔτσι, ἄν τά ἀποτελέσματα τῆς μεταφράσεως πρόκειται νά καταχωρηθοῦν στή μνήμη καί ταυτόχρονα νά ἐκτυπωθοῦν καί νά διατηρηθοῦν σέ ταινία, ἡ κατεύθυνση θά ἔχει τή μορφή:

```
OPT    M, P, T
```

ἤ τή μορφή:

```
OPT    MEMORY
```

ἀκολουθούμενη ἀπό τίς λέξεις:

```
OPT    PRINT
OPT    TAPE
```

Ἀνάλογα μέ τόν ὑπολογιστή στόν ὁποῖο θά χρησιμοποιηθεῖ τό assembler, πιθανόν νά ὑπάρξουν παραλλαγές τῆς παραπάνω μορφῆς.

Μιά ἄλλη κατεύθυνση εἶναι ἐκείνη πού προσδιορίζει τίς ἀριθμητικές τιμές τῶν συμβόλων καί περιλαμβάνει τό label τοῦ συμβόλου, ἕνα μνημονικό καί τήν ἀποδιδόμενη τιμή. Ἄν ὑποθέσουμε ὅτι στό χρησιμοποιούμενο assembler τό σύμβολο $ σημαίνει δεκαεξαδική τιμή, τότε, γιά νά δώσουμε π.χ. στή συμβολική λέξη MEMBIT τήν τιμή 30(16), θά γράψουμε:

```
MEMBIT EQU $30
```

Μέσα σ' ἕνα πρόγραμμα δέν ἐπιτρέπεται νά ὑπάρχουν ἴδια labels, γιατί τό assembler θά τά ἀναγνωρίζει σάν ἕνα καί θά ἀνακοινώνει λάθος, ἀφοῦ κάποια κατεύθυνση θά τό πληροφορεῖ ὅτι ἔχουν διαφορετικές τιμές. Λάθος, ἐπίσης, μπορεῖ νά δημιουργηθεῖ ὅταν τά labels πού δέχεται τό assembler ἔχουν μέγιστο μῆκος μικρότερο ἀπό τίς συμβολικές λέξεις. Π.χ., ἄν τό μέγιστο μῆκος τῶν labels εἶναι ἕξι χαρακτῆρες, τότε οἱ συμβολικές λέξεις EXAMPLA καί EXAMPLB (ἑπτά χαρακτῆρες) θά ἀναγνωριστοῦν σάν μιά καί τό assembler θά ἀνακοινώσει λάθος.

Ἐκτός ἀπό τίς προηγούμενες ὑπάρχουν κι ἄλλες κατευθύνσεις, τίς ὁποῖες χρησιμοποιεῖ ὁ προγραμματιστής γιά νά ἐλέγχει καί νά ὁρίζει τή μορφή τῆς ἐκτυπώσεως καί ὁ,τιδήποτε ἄλλο σχετικό τήν ἀφορᾶ.

Μιά ἄλλη κατηγορία κατευθύνσεων χρησιμοποιεῖται γιά τήν ἐκτύπωση ἀνακοινώσεων, δηλαδή διαφόρων συνδυασμῶν χαρακτήρων πού ἔχουν κάποια ἰδιαίτερη σημασία γιά τόν προγραμματιστή, ὅπως π.χ. ἡ ἀνακοίνωση λάθους. Οἱ συνδυασμοί αὐτοί πρέπει νά ἀποθηκευτοῦν σέ γνωστές θέσεις τῆς μνήμης. Ἡ ἀποθήκευση ἐπιτυγχάνεται προτάσσοντας μιά κατεύθυνση τῆς μορφῆς «form constant character» σέ συνδυασμό μέ μιά κατεύθυνση ἀρχῆς, μέ ἀποτέλεσμα νά προσδιορίζεται ἀκριβῶς ἡ πρώτη ἀπό τίς θέσεις τῆς ἐγγραφομένης στή μνήμη σειρᾶς συνδυασμῶν καί οἱ συνδυασμοί νά εἶναι προσπελάσιμοι ἀπό τό πρόγραμμα. Παρόμοιες κατευθύνσεις διατίθενται γιά τή δημιουργία σταθερῶν ἑνός ἤ δύο bytes κ.ἄ. Ὅλες οἱ κατευθύνσεις αὐτῆς τῆς μορφῆς δημιουργοῦν κώδικες σέ γλώσσα μηχανῆς (object codes).

Τά statements πού ἀκολουθοῦν ἔχουν παρθεῖ ἀπό τήν ἀρχή καί τό τέλος ἑνός προγράμματος καί δείχνουν τή χρήση ὁρισμένων κατευθύνσεων. (Τά σχόλια ἔχουν ἀποδοθεῖ στά ἑλληνικά).

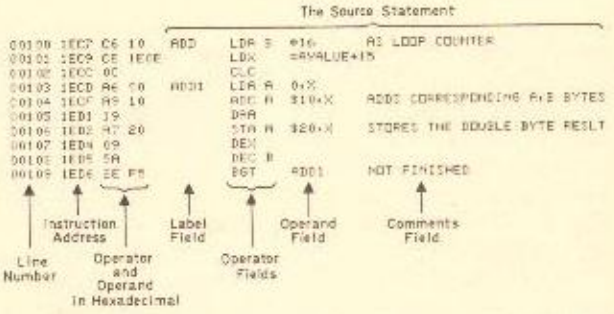
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ	OPERAND	ΣΧΟΛΙΟ
NAM	EXAMPL	(Ὄνομασία τοῦ προγράμματος)
OPT	MEM	(Δημιουργεῖ τό object file στή μνήμη)
EXAMPLE DIRECTIVES		(Σχόλιο)
MEMBIT	EQU $100	(Καθορίζει τό MEMBIT = 100)
ORG	$1000	(Ἀρχίζει τήν ἀποθήκευση ἀπό τή διεύθυνση 1000)
⋮	⋮	⋮
END		(Σταματάει τή μετάφραση)
MON		(Μεταφέρει τόν ἔλεγχο στήν κονσόλα τοῦ ὑπολογιστῆ)

Τό assembler μεταφράζει τό ἀρχικό πρόγραμμα συνήθως σέ δύο βήματα, γνωστά σάν «διελεύσεις» (passes). Κατά τήν πρώτη διέλευση τό assembler δημιουργεῖ ἕναν «πίνακα συμβόλων», ὅπου ἀποθηκεύει τά labels καί τά σύμβολα σέ μορφή ἀριθμητικῶν τιμῶν. Ἐλέγχει, ἐπίσης, τή σύνταξη τοῦ προγράμματος, σχετικά μέ τή σύνθεση τῶν statements, γιά νά ἐξακριβώσει κατά πόσο ἔχουν τηρηθεῖ οἱ κανόνες τῆς χρησιμοποιούμενης συμβολικῆς γλώσσας. Ἄν ὁρεῖ λάθος τό ἀνακοινώνει, τυπώνοντας ταυτόχρονα τόν αὔξοντα

ἀριθμό τοῦ statement πού ἔχει τό λάθος καί δίπλα του ἕναν ἀριθμό μέ δύο ἤ περισσότερα ψηφία (μερικά assembler δίνουν καί ἀλφαβητική περιγραφή). Ὁ τελευταῖος δίνει τόν πίνακα λαθῶν τοῦ συγκεκριμένου assembler, τόν ὁποῖο πρέπει νά συμβουλευτοῦμε γιά νά βροῦμε τό λάθος.

Μετά τήν πρώτη διέλευση ἡ διάτρητη ταινία (ὅταν, βέβαια, ἡ ἔξοδος δίνεται σ' αὐτή τή μορφή) πρέπει νά ξανατυλιχτεῖ καί νά δοθεῖ πάλι σάν πληροφορίες εἰσόδου στό assembler. Στή δεύτερη διέλευση τό assembler δίνει ἀριθμητικές τιμές σέ ὅσα σύμβολα δέν χαρακτηρίστηκαν κατά τήν πρώτη καί ἐλέγχει γιά τυχόν ἐναπομείναντα λάθη, π.χ. ἀχαρακτήριστα σύμβολα. Ὅταν τελειώσει ἡ δεύτερη διέλευση, θά πρέπει νά ἔχουν χαρακτηριστεῖ ὅλα τά σύμβολα. Διαφορετικά ἡ μετάφραση δέν μπορεῖ νά συνεχιστεῖ καί θά ἀνακοινωθεῖ λάθος. Στή δεύτερη διέλευση ξαναχαρακτηρίζονται ὅλα τά σύμβολα καί ἄν ὑπάρχουν διαφορές ἀπό τούς χαρακτηρισμούς τῆς πρώτης διελεύσεως ἀνακοινώνεται λάθος.

Μέ τή δεύτερη διέλευση ἀποδίδεται ἡ ταινία (ἤ ὁποιαδήποτε ἄλλη μορφή ἐξόδου) σέ γλώσσα μηχανῆς (object tape), καθώς καί ἕνας πίνακας τῆς μεταφράσεως (assembly listing). Ἄν, φυσικά, τό ἐπιθυμοῦμε, εἶναι δυνατό νά ἐμποδίσουμε τήν ἀπόδοση ὁποιασδήποτε ἐξόδου, χρησιμοποιώντας τίς κατευθύνσεις τοῦ assembler. Μερικά assemblers ἐξασφαλίζουν ἀμφίπλευρη ἐπικοινωνία μεταξύ χειριστῆ καί software. Ἄν ὑπάρχει αὐτή ἡ δυνατότητα, μπορεῖ νά καταργηθεῖ ἡ



ΣΧΗΜΑ 41

παραγωγή ὁποιασδήποτε μορφῆς ἐξόδου, ἀκόμη καί τῆς προβλεπόμενης, αὐτῆς δηλαδή πού ἔχει καθορισθεῖ μέ κατευθύνσεις. Τοῦτο εἶναι πολύ ἐξυπηρετικό, ἰδιαίτερα στήν περίπτωση πού θά ὑπάρξουν πολλά λάθη στήν πρώτη διέλευση, ὁπότε ἄν παραχθεῖ ἔξοδος σέ γλώσσα μηχανῆς δέν θά ἔχει καμιά χρησιμότητα. Στήν περίπτωση αὐτή μποροῦμε νά ζητήσουμε τήν παραγωγή ἑνός «πίνακα μεταφράσεως», ὁ ὁποῖος θά μᾶς βοηθήσει νά ἐντοπίσουμε εὔκολα τά λάθη, ἀφοῦ θά ἔχουμε τά statements ὁλόκληρου τοῦ προγράμματος, τίς ἀνακοινώσεις λαθῶν καί τά σημεῖα πού ἀναφέρονται. Μιά συνηθισμένη μορφή τοῦ πίνακα μεταφράσεως φαίνεται στό Σχ. 41. Σ' αὐτόν δέν ὑπάρχουν λάθη. Ἄν ὑπῆρχαν, θά γράφονταν πρίν ἀπό τά statements.

Τά assemblers πού δίνουν οἱ διάφοροι κατασκευα-

στές μπορεῖ νά ἔχουν καί ὁρισμένες ἄλλες δυνατότητες, προκειμένου νά διευκολυνθεῖ ὁ προγραμματιστής. Μιά ἀπ' ὅλες, καί ἐκείνη πού χρειάζεται συχνότερα, εἶναι ἡ δυνατότητα χρησιμοποιήσεως «macro statements». Ἔχουμε πεῖ ὅτι, ὅσα ἀπό τά τμήματα ἑνός προγράμματος χρησιμοποιοῦνται συχνά, μποροῦν νά γραφτοῦν μιά μόνο φορά καί νά ἀνακαλοῦνται – μέ εἰδικές ἐντολές – σάν μιά ὑπορουτίνα. Ἡ δυνατότητα αὐτή χαρακτηρίζεται μέ τό πρόθεμα «macro», ὅταν τήν ἐκμεταλλευόμαστε κατά τή φάση τῆς μεταφράσεως μέ τό assembler. Συγκεκριμένα, πρόκειται γιά μιά ὁμάδα ἐντολῶν, πού χρησιμοποιοῦνται συχνά σέ διάφορα σημεῖα τοῦ προγράμματος καί χαρακτηρίζονται σάν «μακροεντολές» μέ τή βοήθεια εἰδικῶν κατευθύνσεων τοῦ assembler. Μετά τό χαρακτηρισμό τους, οἱ μακροεντολές μποροῦν νά ἀνακληθοῦν γιά νά χρησιμοποιηθοῦν ὁποιαδήποτε στιγμή. Κατά τή διάρκεια τῆς μεταφράσεως καί μόλις τό assembler συναντήσει μιά τέτοια ἀνάκληση (macro call statement), τήν ἀντικαθιστᾶ μέ τήν ἀντίστοιχη ἀκολουθία ἐντολῶν.

Ἡ πιό ἁπλή μορφή προγράμματος εἶναι ἡ ἐκτέλεση μιᾶς σειρᾶς ἁπλῶν ἐντολῶν. Παραδείγματος χάρη, ἡ πρόσθεση δύο μεταβλητῶν πού ἔχουν καταχωρηθεῖ στίς θέσεις MEM1, MEM2 καί ἡ ἀποθήκευση τοῦ ἀποτελέσματος σέ μιά τρίτη θέση τῆς μνήμης. Ἄν, ὅμως, χρειαστεῖ νά αὐξήσουμε τήν ἀκρίβεια τῶν μεταβλητῶν καί τοῦ ἀποτελέσματος, πρέπει νά χρησιμοποιήσουμε ἀριθμητική διπλῆς ἀκριβείας, μέ ἀποτέλεσμα νά χρειαστοῦμε τίς διπλάσιες σχεδόν ἐντολές. Τοῦτο μπορεῖ νά τό διαπιστώσει κανείς εὔκολα καί ἀπό τά δύο παρατιθέμενα παραδείγματα. Στό δεύτερο παράδειγμα ὑποτίθεται ὅτι ἡ πρώτη μεταβλητή ἔχει καταχωρηθεῖ στίς θέσεις MEM1 καί MEM2, ἡ δεύτερη στίς MEM3 καί MEM4, ἐνῶ τά ἀποτελέσματα θά ἀποθηκευτοῦν στίς θέσεις MEM5 καί MEM6.

Παράδειγμα 1

```
* THIS SEQUENCE ADDS 2 8-BIT VALUES TOGETHER *
LDA   A   MEM1   LOAD ACCA FROM MEM1
ADD   A   MEM2   ADD MEM2 TO A
STA   A   MEM3   STORE RESULT IN MEM3
* IF OVERFLOW WAS GENERATED IT IS AVAILABLE IN CARRY, OR LINK, BIT *
```

Παράδειγμα 2

```
* THIS SEQUENCE ADDS 2 16-BIT VALUES *
LDA   A   MEM2   LOAD LSB OF 1ST NUMBER
ADD   A   MEM4   ADD LSB OF 2ND NUMBER WITHOUT CARRY
STA   A   MEM6   STORE LSB OF RESULT
LDA   A   MEM1   LOAD MSB OF 1ST NUMBER
ADD   A   MEM3   ADD MSB OF 2ND NUMBER WITH CARRY
STA   A   MEM5   STORE MSB OF RESULT. AS BEFORE, CARRY MAY BE SET
```

ΒΡΟΧΟΙ

Γιά ἕνα πρόβλημα ὅμοιο μ' ἐκεῖνο τῶν προηγούμενων παραδειγμάτων ἀλλά μέ μεταβλητές τῶν 32 bits (ἀντί 8 τοῦ πρώτου καί 16 τοῦ δεύτερου) θά χρειαστοῦν ἀκόμη περισσότερες ἐντολές, ἄρα καί περισσότερες θέσεις τῆς μνήμης. Αὐτό, ὅμως, μποροῦμε νά τό ἀποφύγουμε, ἄν ἐκμεταλλευτοῦμε τίς ἐντολές διακλαδώσεως (branch instructions) καί δημιουργήσουμε ἕνα βρόχο προγράμματος πού θά ἐκτελεῖ διαδοχικά τίς διάφορες ἐντολές. Στίς περιπτώσεις αὐτές εἶναι πολύ χρήσιμες οἱ ἐντολές πού κάνουν χρήση τῆς ἀναφορᾶς στή μνήμη μέ τή μέθοδο indexed addressing. Τό παράδειγμα 3 δίνει ἕνα τμῆμα προγράμματος, πού μπορεῖ νά προσθέτει δύο μεταβλητές τῶν 32 bits (4 bytes) ἀποθηκευμένες στίς διαδοχικές θέσεις τῆς μνήμης MEM1 ... MEM4 καί MEM5... MEM8. Τό ἀποτέλεσμα καταχωρεῖται στίς θέσεις MEM9 ... MEM12 καί χρειάζεται μόνο 8 statements. (Τό σύμβολο # σημαίνει ὅτι χρησιμοποιεῖται ἡ μέθοδος immediate addressing, δηλαδή ὅτι ὁ operand εἶναι τά δεδομένα καί ὄχι μιά διεύθυνση).

Παράδειγμα 3

```
        * THIS SEQUENCE ADDS 2 32-BIT VALUES *
        LDX       #MEM1+3   LOAD INDEX REG WITH ADDRESS OF LSB 1ST VALUE
        CLC                 CLEAR CARRY BIT
LOOP    LDA   A   0,X       LOAD BYTE 1/2/3/4 OF 1ST VALUE
        ADC   A   4,X       ADD BYTE 1/2/3/4 OF 2ND VALUE WITH CARRY
        STA   A   8,X       STORE RESULT
        DEX                 INDEX = INDEX - 1
        CPX       #MEM1-1   )4 BYTES ADDED?
        BNE       LOOP      )LEAVE LOOP AFTER 4 BYTES
EXT                         NEXT INSTRUCTION
```

ΥΠΟΡΟΥΤΙΝΕΣ

Ὅταν ἀπό διάφορα σημεῖα ἑνός προγράμματος χρειάζεται νά ἀναφερόμαστε σ' ἕναν καί τόν αὐτό ὑπολογισμό, ὁ τελευταῖος μπορεῖ νά χρησιμοποιηθεῖ σάν ὑπορουτίνα. Τοῦτο γίνεται μέ τή βοήθεια μιᾶς ἀπό τίς ἐντολές BSR (Branch to Subroutine) ἤ JSR (Jump to Subroutine), ἀνάλογα μέ τίς θέσεις τῆς μνήμης στίς ὁποῖες βρίσκεται ἡ ὑπορουτίνα. Μετά ἀπ' αὐτή χρειάζεται μιά ἐντολή ἐπιστροφῆς ἀπό ὑπορουτίνα RTS (Return from Subroutine). Ἡ ἀνάκληση μιᾶς ὑπορουτίνας τοῦ κυρίως προγράμματος μπορεῖ νά ἔχει τή μορφή:

```
LDX     #ADDRESS
BSR     SUM4B
```

(τό SUM4B προσδιορίζει τή διεύθυνση τῆς ὑπορουτίνας στή μνήμη).

Ἐπίσης, ὑπάρχει μιά τεχνική, γνωστή σάν «nesting», μέ τήν ὁποία μποροῦμε νά ἀνακαλέσουμε μιά ὑπορουτίνα, ὅταν ἤδη βρισκόμαστε μέσα σέ μιά ὑπορουτίνα. Μερικές MPU περιορίζουν τόν ἐπιτρεπόμενο ἀριθμό ταυτόχρονων ἐφαρμογῶν αὐτῆς τῆς τεχνικῆς, πρᾶγμα πού ἔτσι κι ἀλλιῶς καλό εἶναι νά ἀποφεύγεται, γιατί κάνει πιό πολύπλοκο τό πρόγραμμα καί δυσκολεύεται ὁ ἔλεγχός του.

ΣΗΜΑΤΑ ΔΙΑΚΟΠΗΣ

Γιά τήν παραγωγή τῶν σημάτων διακοπῆς ἀπό τό hardware ἔχουμε μιλήσει. Ἐδῶ θά προσθέσουμε ὅ,τι ἀφορᾶ τό software.

Τά περισσότερα συστήματα μικροεπεξεργασίας διαθέτουν τρεῖς ἐντολές γιά τά σήματα διακοπῆς, οἱ ὁποῖες ἐκτελοῦνται μέ τή βοήθεια τοῦ stack καί σκοπό ἔχουν νά ἀριστοποιοῦν τήν ἀπόδοση τοῦ προγράμματος. Οἱ ἐντολές ἀφοροῦν τό σῆμα διακοπῆς πού παρά-

γει τό software, SWI (Software Interrupt), τό σῆμα ἀναμονῆς, WAI (Wait for Interrupt) καί τό σῆμα ἐπιστροφῆς ἀπό διακοπή, RTI (Return from Interrupt). Ἡ τελευταία εἶναι ἴδια μέ τήν ἐντολή RTS. (Ἀκόμη, ὑπάρχουν εἰδικές ἐντολές γιά τά συστήματα πού διαθέτουν «maskable interrupts»).

Ἡ σπουδαιότερη ἀπό τίς τρεῖς παραπάνω ἐντολές εἶναι ἡ RTI, μέ τήν ὁποία τό status τῆς MPU ἐπιστρέφει ἀπό τό stack στούς καταχωρητές της, γιά νά συνεχιστεῖ τό πρόγραμμα. Ὅπως στίς ὑπορουτίνες, ἔτσι καί στά σήματα διακοπῆς μπορεῖ νά ἐφαρμοστεῖ «nesting» σέ ὁσαδήποτε βήματα, καί ἐδῶ ἀκριβῶς ἔγκειται ἡ χρησιμότητα τοῦ stack, τό ὁποῖο ἐξασφαλίζει ὅτι ἡ διακοπεῖσα λειτουργία θά ξαναρχίσει αὐτομάτως, μόλις λήξει τό σῆμα διακοπῆς.

Ἡ ἐντολή WAI ἀναγκάζει τήν MPU νά φυλάξει τά δεδομένα της (status), κατά τή διάρκεια πού θά προετοιμάζεται γιά νά ἐξυπηρετήσει ἕνα σῆμα διακοπῆς. Στήν περίπτωση πού τά σήματα διακοπῆς πραγματοποιοῦνται μέσω τοῦ hardware, ἡ MPU εἶναι σέ ἀναμονή, ἀπό τή στιγμή πού θά καταχωρήσει τά δεδομένα της στό stack, ὥσπου νά πάρει τά σήματα πού χρειάζονται γιά νά συνεχίσει τήν ἐκτέλεση τῆς κατάλληλης ρουτίνας ἐξυπηρετήσεως. Γιά νά γίνει χρήση τῶν σημάτων διακοπῆς μέσω τοῦ προγράμματος, οἱ διευθύνσεις τῶν ρουτινῶν ἐξυπηρετήσεως τοῦ σήματος διακοπῆς πρέπει νά ἀποθηκευτοῦν, κατά τήν ἐκκίνηση τοῦ προγράμματος, σέ γνωστές θέσεις τῆς μνήμης, οἱ ὁποῖες λέγονται «vectors» ἤ «pointers» τοῦ σήματος διακοπῆς. Γιά κάθε τέτοια διεύθυνση χρειάζονται δύο bytes τῆς μνήμης.

Ἕνα σῆμα διακοπῆς μπορεῖ νά εἰσαχθεῖ σέ ὁποιοδήποτε σημεῖο τοῦ προγράμματος, τά δέ ἀποτελέσματά του εἶναι ἀκριβῶς ἴδια μ' ἐκεῖνα τοῦ ἀντίστοιχου σήματος διακοπῆς πού δημιουργεῖται μέσω τοῦ hardware. Τά σήματα διακοπῆς πού παράγονται μέ τή βοήθεια τοῦ software εἶναι πολύ χρήσιμα γιά τούς ἐλέγχους τοῦ προγράμματος, γιατί μποροῦν νά πραγματοποιήσουν «ἀνοίγματα» (break points) στό πρόγραμμα καί γιατί τό περιεχόμενο τῆς MPU μπορεῖ νά ἐκτυπωθεῖ, ἀφοῦ καταχωρεῖται σέ γνωστές θέσεις τῆς μνήμης. Μετά τόν ἔλεγχο τοῦ προγράμματος, οἱ ἐντολές SWI μποροῦν νά ἀφαιρεθοῦν ἤ νά ἀντικατασταθοῦν μέ ἄλλες «ἀδρανεῖς», στήν περίπτωση πού μελλοντικές τροποποιήσεις θά ἐπιβάλουν τή χρησιμοποίησή τους.

Τέλος, μέ τή βοήθεια τῶν δεδομένων (flags) τοῦ CCR μποροῦν νά πραγματοποιηθοῦν πολλές διεργασίες, ὅπως διακλαδώσεις ὑπό συνθῆκες κ.ἄ., ἀλλά ἡ ἀνάπτυξή τους ξεφεύγει ἀπό τά ὅρια τοῦ παρόντος ἄρθρου. Ἐξάλλου, οἱ διεργασίες αὐτές ἐξαρτῶνται ἀπό τή χρησιμοποιούμενη MPU, ἐνῶ τά ὅσα εἴπαμε μέχρι σήμερα προσπαθήσαμε μέν νά ἔχουν κάποια γενικότητα, ἀλλά νά χρησιμοποιοῦν σάν παράδειγμα τό σύστημα M6800.

(Συνεχίζεται)

RCA Solid State

Τά γνήσια τρανζίστορ καί ὁλοκληρωμένα κυκλώματα RCA πρώτης διαλογῆς σέ διαρκῆ παρακαταθήκη.

Χιλιάδες ἐξαρτήματα σέ χαμηλές τιμές καί ποιότητα RCA.

Διαθέτουμε πλήρη σειρά CMOS, LINEAR, τρανζίστορ ἰσχύος καί ὅλη τήν τεχνική βιβλιοθήκη RCA.

ΑΠΟΚΛΕΙΣΤΙΚΟΙ ΤΕΧΝΙΚΟΙ ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΟΙ ΕΛΛΑΔΟΣ ΚΑΙ ΑΠ' ΕΥΘΕΙΑΣ ΕΙΣΑΓΩΓΕΙΣ:

OMMA ΕΠΕ
Βουκουρεστίου 21
ΑΘΗΝΑΙ Τ.Τ. 134
Τηλ. 361 8058

omma

COPYRIGHT TELEDYNE PHILBRICK & «Η.Ν.»

ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΑ ΜΕ ΕΞΟΔΟ DC

ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΤΟΥΣ

Μέ τόν ὅρο «*τροφοδοτικό*», στήν πλατύτερή του ἔννοια, χαρακτηρίζονται ὅλα ἐκεῖνα τά ἠλεκτρονικά κυκλώματα πού παίρνουν ἰσχύ ἀπό μιά πηγή ἠλεκτρικῆς ἐνέργειας (AC ἤ DC) καί τήν ἀποδίδουν σέ μιά κατανάλωση, ἀφοῦ προηγουμένως τῆς ἀλλάξουν μορφή ἤ μετασχηματίσουν τίς βασικές της συνιστῶσες. Ἀνάλογα μέ τό εἶδος τῆς ἰσχύος εἰσόδου καί ἐξόδου τά τροφοδοτικά μποροῦν νά χωριστοῦν σέ διάφορες κατηγορίες. Τά πιό γνωστά, καί ἐκεῖνα πού ἔχει ἐπικρατήσει νά ἐννοοῦμε ὅταν λέμε *τροφοδοτικό*, εἶναι ὅσα ἔχουν εἴσοδο AC καί ἔξοδο DC. Ἀρκετά γνωστά εἶναι καί ἐκεῖνα πού ἔχουν εἴσοδο καί ἔξοδο DC, τά ὁποῖα χαρακτηρίζονται ὡς *μετατροπεῖς DC/DC*. Τά τροφοδοτικά, πάλι, μποροῦμε νά τά χωρίσουμε σέ σταθερῆς τάσεως καί σταθεροῦ ρεύματος. Τά πρῶτα ἔχουν τίς περισσότερες ἐφαρμογές. Ἡ τάση ἐξόδου ἑνός τροφοδοτικοῦ σταθερῆς τάσεως δέν πρέπει νά ἐπηρεάζεται (σέ μεγάλο βαθμό τουλάχιστον) ἀπό τίς μεταβολές τῆς τάσεως εἰσόδου, τοῦ ρεύματος ἐξόδου καί τῆς θερμοκρασίας περιβάλλοντος. Ἡ σταθεροποίησή της ἐπιτυγχάνεται ἀπό τά εἰδικά κυκλώματα πού παρεμβάλλονται μεταξύ τοῦ φίλτρου ἐξομαλύνσεως καί τοῦ φορτίου.

Στίς γραμμές πού ἀκολουθοῦν θά ἀσχοληθοῦμε μέ τά τροφοδοτικά σταθερῆς τάσεως καί τούς μετατροπεῖς DC/DC, καί συγκεκριμένα θά δώσουμε τούς ὁρισμούς τῶν παραμέτρων τους, παραθέτοντας ταυτόχρονα καί τήν ἀγγλική ὁρολογία. (Ἡ ἀπόδοση τῶν ἀγγλικῶν ὅρων ἔχει γίνει μέ βάση τόν ὁρισμό τους). Οἱ παράμετροι πού θά ἀναφέρουμε ἀφοροῦν οὐσιαστικά τά κυκλώματα ὑβριδικῆς συνθέσεως (modular power supplies) – αὐτά ἐξάλλου ἀφοροῦν καί οἱ παρατιθέμενες τιμές τῶν διαφόρων μεγεθῶν – χωρίς, ὅμως, αὐτό νά περιορίζει τή γενικότητα τοῦ ὁρισμοῦ τους.

ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

Derating: Ὁ ὑποβιβασμός τοῦ ρεύματος ἐξόδου κάτω ἀπό μιά τιμή, προκειμένου νά βελτιωθεῖ ἡ ἀξιοπιστία τοῦ τροφοδοτικοῦ ἤ νά μπορέσει νά λειτουργήσει σέ ὑψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος. Τό μέτρο αὐτό εἶναι ἀναγκαῖο γιά τά τροφοδοτικά πού λειτουργοῦν σέ θερμοκρασία μεγαλύτερη ἀπό 50 μέ 60 °C. Στήν περίπτωση αὐτή, ἡ θερμότητα πού ἀναπτύσσεται στά ἐξαρτήματα δέν μπορεῖ νά μεταφερθεῖ εὔκολα στό περιβάλλον, μέ ἀποτέλεσμα νά περιορίζεται ἡ διάρκεια ζωῆς τῶν τροφοδοτικῶν ἤ νά ἐλαττώνεται ἡ ἀξιοπιστία τους. Γιά νά ἀποφύγουν τέτοια δυσάρεστα ἀποτελέσματα οἱ κατασκευαστές, περιορίζουν τό ρεῦμα ἐξόδου κάτω ἀπό μιά ὁρισμένη τιμή, πού ἐξαρτᾶται ἀπό τά μεγέθη τῆς τάσεως ἐξόδου καί τῆς θερμοκρασίας περιβάλλοντος. Δίνουν, μάλιστα, ὁρισμένες χαρακτηριστικές καμπύλες, ἀπό τίς ὁποῖες μπορεῖ κανείς νά βρεῖ τό ἐπιτρεπόμενο ρεῦμα ἐξόδου συναρτήσει τῆς τάσεως ἐξόδου σέ διάφορες θερμοκρασίες περιβάλλοντος.

Input current: Ρεῦμα εἰσόδου. Τό ρεῦμα πού τραβάει ἀπό τήν ἠλεκτρική πηγή τό τροφοδοτικό, ὅταν λειτουργεῖ σέ συνθῆκες πλήρους ἤ μηδενικῆς φορτίσεως.

Οἱ μετατροπεῖς DC/DC ἔχουν πολύ μικρή ἀπόδοση σέ συνθῆκες μηδενικῆς φορτίσεως (χωρίς ρεῦμα ἐξόδου), γιατί τότε ἡ ἰσχύς εἰσόδου εἶναι περίπου τό 20% τῆς ἰσχύος σέ πλήρη φόρτιση.

Input/Output isolation: Ἀπομόνωση εἰσόδου/ἐξόδου. Πρόκειται γιά τήν ἀντίσταση καί τή χωρητικότητα πού ἐμφανίζονται μεταξύ τῶν ἀκροδεκτῶν εἰσόδου/ἐξόδου, καθώς καί τή μέγιστη τάση πού ἐπιτρέπεται νά ἐφαρμοστεῖ μεταξύ αὐτῶν τῶν ἀκροδεκτῶν.

Input regulation: Σταθεροποίηση εἰσόδου. Τό πλάτος τῆς τάσεως εἰσόδου κάθε ἄλλο παρά σταθερό εἶναι. Τό πλάτος, παραδείγματος χάρη, τῆς τάσεως τοῦ δικτύου ἔχει ἀνοχή γύρω στό ±10%. Ἀκόμη, μεταβάλλεται λόγω τῶν θορύβων τοῦ δικτύου. Ἀποτέλεσμα αὐτῶν τῶν μεταβολῶν εἶναι νά μήν ἔχει σταθερό πλάτος ἡ τάση πού ἐπάγεται στό δευτερεῦον τοῦ μετασχηματιστῆ τροφοδοτήσεως, ἄρα καί ἡ τάση ἐξόδου. Ὁ βαθμός ἐπιδράσεως τῶν μεταβολῶν τῆς τάσεως εἰσόδου στήν τάση ἐξόδου χαρακτηρίζεται σάν *σταθεροποίηση εἰσόδου* (ἤ δικτύου, ἄν ἡ τάση εἰσόδου προέρχεται ἀπό τό δίκτυο). Ἡ σταθεροποίηση εἰσόδου ἐκφράζεται σέ ποσοστό ἐπί τοῖς ἑκατό τῆς μεταβολῆς τῆς τάσεως ἐξόδου πού προέρχεται ἀπό μιά μεταβολή τῆς τάσεως εἰσόδου καί μετριέται διατηρώντας σταθερά τά μεγέθη τοῦ ρεύματος ἐξόδου καί τῆς θερμοκρασίας περιβάλλοντος.

Input voltage: Τάση εἰσόδου. Ἡ ὀνομαστική τιμή καί τό εἶδος (AC ἤ DC) τῆς τάσεως εἰσόδου γιά τήν ὁποία ἔχει σχεδιαστεῖ τό τροφοδοτικό.

Limit current: Ὁριακό ρεῦμα. Τό μέγιστο ρεῦμα ἐξόδου πού μπορεῖ νά δώσει τό τροφοδοτικό ἀνεξάρτητα ἀπό τήν ἀντίσταση τοῦ φορτίου του. Βλέπε καί *output protection*.

Load regulation: Σταθεροποίηση φορτίου. Ἐκτός ἀπό τή μεταβολή

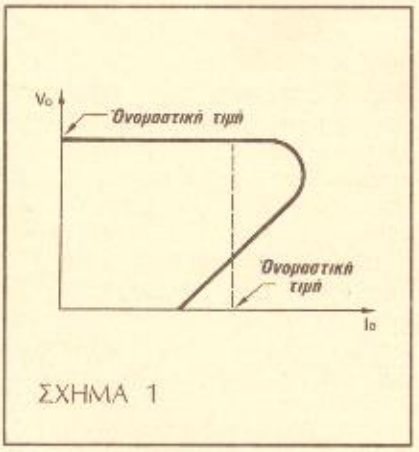
τῆς τάσεως εἰσόδου, ἡ τάση ἐξόδου ἐπηρεάζεται καί ἀπό τίς μεταβολές τοῦ φορτίου (ρεῦμα ἐξόδου). Ὁ ὅρος *σταθεροποίηση φορτίου* ἀναφέρεται σέ αὐτήν ἀκριβῶς τήν ἐπίδραση καί συγκεκριμένα δίνει σέ ποσοστό ἐπί τοῖς ἑκατό τή μεταβολή τῆς τάσεως ἐξόδου πού ὀφείλεται σέ μιά μεταβολή τοῦ ρεύματος ἐξόδου. Κατά τή μέτρησή της διατηροῦνται σταθερές ἡ τάση εἰσόδου καί ἡ θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Output impedance: Σύνθετη ἀντίσταση ἐξόδου. Εἶναι ὁ λόγος τῆς μεταβολῆς τῆς τάσεως ἐξόδου πρός τή μεταβολή τοῦ ρεύματος ἐξόδου ἀπό τήν ὁποία προῆρθε. Σέ ἕνα ἰδανικό τροφοδοτικό σταθερῆς τάσεως ἡ ἀντίσταση ἐξόδου πρέπει νά εἶναι μηδέν σέ ὁποιαδήποτε συχνότητα καί σ' ὁλόκληρη τήν περιοχή τάσεως ἐξόδου. Φυσικά, κάτι τέτοιο δέν συμβαίνει στήν πράξη. Πάντοτε ἡ ἀντίσταση ἐξόδου θά ἔχει κάποια τιμή, πού θά ἐπηρεάζεται, λίγο ἤ πολύ, ἀπό τή συχνότητα. Πάντως, ὅσο μικρότερη εἶναι, τόσο περισσότερο τό τροφοδοτικό πλησιάζει τίς ἐπιδόσεις τῆς πηγῆς σταθερῆς τάσεως.

Output protection: Προστασία ἐξόδου. Ἄν γιά κάποιο λόγο ἀλλάξουν οἱ κανονικές συνθῆκες λειτουργίας (π.χ. βραχυκύκλωμα ἐξόδου, ὑπερβολικά μεγάλο ρεῦμα ἐξόδου, ὑπερτάσεις κ.ἄ.), τό τροφοδοτικό ἤ τό φορτίο του κινδυνεύουν μέ ὁλική ἤ μερική καταστροφή. Ὁ ὅρος *προστασία ἐξόδου* ἀφορᾶ ὅλα ἐκεῖνα τά μέτρα πού λαβαίνονται γιά νά προστατευτεῖ ἡ ἔξοδος τοῦ τροφοδοτικοῦ ἤ τό φορτίο του ἤ καί τά δύο μαζί. Ἡ πιό συνηθισμένη περίπτωση εἶναι ὁ περιορισμός τοῦ ρεύματος ἐξόδου σέ μιά προκαθορισμένη στάθμη, ἡ ὁποία δέν ξεπερνιέται ἔστω κι ἄν βραχυκυκλωθεῖ ἡ ἔξοδος. Οἱ γνωστότερες μέθοδοι περιορισμοῦ τοῦ ρεύματος ἐξόδου εἶναι οἱ *maximum current limit: περιορισμός μέγιστου ρεύματος, on-off with current limit: περιορισμός τοῦ ρεύματος μέ μεταγωγή καί foldback current limit: περιορισμός μέ ὑποβιβασμό τοῦ ρεύματος.*

Μέ τήν πρώτη μέθοδο τό ρεῦμα ἐξόδου περιορίζεται μεταξύ τοῦ 110% καί 250% τῆς ὀνομαστικῆς του τιμῆς, χωρίς νά λαβαίνονται ὑπόψη οἱ συνθῆκες λειτουργίας τοῦ φορτίου. Ἡ μέθοδος αὐτή εἶναι ἡ ἁπλούστερη, ἀλλά ἐλαττώνει τή διάρκεια ζωῆς τοῦ τροφοδοτικοῦ, ἄν τό τελευταῖο ὑποχρεωθεῖ νά τή χρησιμοποιεῖ συχνά καί γιά μεγάλα χρονικά διαστήματα.

Μέ τή δεύτερη μέθοδο τό ρεῦμα ἐξόδου περιορίζεται μεταξύ τοῦ 150% καί 250% τῆς ὀνομαστικῆς του τιμῆς καί, ἀκόμη, μόλις τό ρεῦμα πάρει μιά προκαθορισμένη τιμή, τό φορτίο ἀποσυνδέεται ἀπό τήν ἔξοδο γιά 2...6sec καί συνδέεται γιά 0,3...1,4sec. Οἱ συνδέσεις καί ἀποσυνδέσεις τοῦ φορτίου ἐπαναλαμβάνονται, ὥσπου νά ἀναιρεθεῖ ἡ αἰτία πού προκάλεσε τήν αὔξηση τοῦ ρεύματος ἐξόδου. Τά τροφοδοτικά πού χρησιμοποιοῦν αὐτή τή μέθοδο προστασίας μποροῦν νά λειτουργήσουν ἀκίνδυνα, γιά ἀπεριόριστο χρόνο, κάτω ἀπό τέτοιες συνθῆκες σέ ὑψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος.



ΣΧΗΜΑ 1

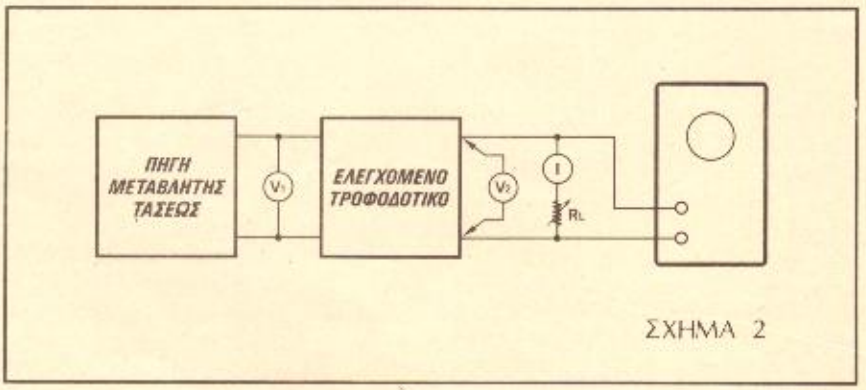
Ἡ τρίτη μέθοδος ἐλαττώνει τό ρεῦμα ἐξόδου στό 10 μέ 50% τῆς ὀνομαστικῆς του τιμῆς, ὅταν τοῦτο τείνει νά αὐξηθεῖ πάνω ἀπό τό 110... 150% τῆς παραπάνω τιμῆς, ὑποβιβάζοντας τήν τάση ἐξόδου (βλ. καμπύλη Σχ. 1).

Μερικά τροφοδοτικά διαθέτουν *θερμική προστασία (thermal shutdown)*, δηλαδή κατάλληλα κυκλώματα πού ἀποσυνδέουν τό φορτίο ἀπό τήν ἔξοδο, μόλις ἡ θερμοκρασία τοῦ τροφοδοτικοῦ ὑπερβεῖ μιά προκαθορισμένη τιμή, καί τό ξανασυνδέουν, ὅταν ἡ θερμοκρασία πέσει κάτω ἀπό τήν τιμή αὐτή.

Τέλος, ὑπάρχουν τροφοδοτικά πού διαθέτουν κυκλώματα *προστασίας ἀπό ὑπερτάσεις (overvoltage crowbar).* Τά κυκλώματα αὐτά μηδενίζουν τήν τάση ἐξόδου, ὅταν, γιά ὁποιονδήποτε λόγο, τείνει νά ὑπερβεῖ κατά 125% τήν τιμή στήν ὁποία ἔχει ρυθμιστεῖ. Μόλις πάψουν νά ὑπάρχουν οἱ αἰτίες πού προκάλεσαν τήν ὑπέρταση, ἡ τάση ἐξόδου ἐπανέρχεται στήν κανονική της τιμή. Τοῦτο ἐπιτυγχάνεται συνήθως μέ διακοπή τῆς τάσεως εἰσόδου, ἔστω καί στιγμιαία.

Output voltage and current: Τάση καί ρεῦμα ἐξόδου. Πρόκειται γιά τήν ὀνομαστική τιμή τῶν δύο βασικῶν παραμέτρων, πού προσδιορίζουν κατά κύριο λόγο τίς ἐπιδόσεις ἑνός τροφοδοτικοῦ. Τάση καί ρεῦμα ἐξόδου εἶναι ἡ τάση καί τό μέγιστο ρεῦμα πού μπορεῖ νά δώσει τό τροφοδοτικό, χωρίς νά ἐπηρεαστοῦν οἱ ὑπόλοιπες παράμετροί του.

Output voltage set-point accuracy: Ἀκρίβεια τῆς τάσεως ἐξόδου. Ἡ ἀπόκλιση (ἀνοχή) τῆς τάσεως ἐξ-



ΣΧΗΜΑ 2

όδου ἀπό τήν ὀνομαστική της τιμή σέ θερμοκρασία περιβάλλοντος 25°C καί σέ καθορισμένες τιμές ρεύματος ἐξόδου καί τάσεως εἰσόδου.

Ripple and Noise: Κυμάτωση καί Θόρυβος. Πρόκειται γιά τίς μεταβαλλόμενες συνιστῶσες πού ὑπερτίθενται στή συνεχή τάση ἐξόδου. Συνήθως μετριοῦνται σέ μιλλιβόλτ RMS (mV) ἤ ἀπό κορφή σέ κορφή (mV_{pp}). Ἡ συχνότητα κυματώσεως εἶναι ἁρμονική τῆς συχνότητας εἰσόδου. Ὁ θόρυβος ἔχει τυχαία κυματομορφή.

Temperature coefficient: Συντελεστής θερμοκρασίας. Ἡ μεταβολή τῆς τάσεως ἐξόδου πού ὀφείλεται στή μεταβολή τῆς θερμοκρασίας περιβάλλοντος. Ἐκφράζεται σέ ποσοστό ἐπί τοῖς ἑκατό τῆς μεταβολῆς τῆς τάσεως ἐξόδου ἀνά βαθμό Κελσίου καί ὁρίζεται σ' ὁλόκληρη τήν περιοχή τῆς θερμοκρασίας λειτουργίας.

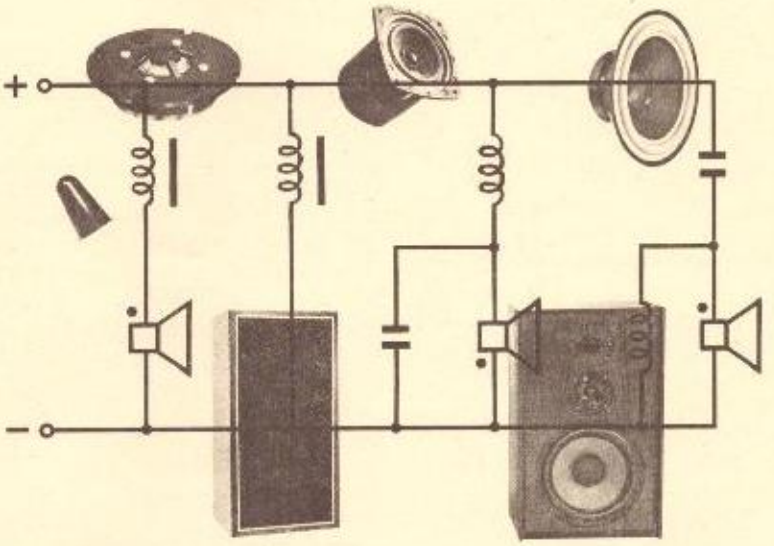
Warm-up drift: Ὀλίσθηση κατά τήν ἐκκίνηση τῆς λειτουργίας. Ἡ μεταβολή πού σημειώνεται στήν τάση ἐξόδου λίγα δευτερόλεπτα μετά τήν ἐφαρμογή τῆς τάσεως εἰσόδου, ὡς τή στιγμή πού ἡ τάση ἐξόδου θά φτάσει στό 0,1% τῆς τελικῆς της τιμῆς, ὅταν τά μεγέθη τῆς τάσεως εἰσόδου καί τῆς θερμοκρασίας περιβάλλοντος διατηροῦνται σταθερά.

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Οἱ τιμές ὁρισμένων παραμέτρων ἑνός τροφοδοτικοῦ μποροῦν νά μετρηθοῦν μέ τή συνδεσμολογία τοῦ Σχ. 2. Τά ὄργανα μετρήσεως καί ἡ ἀντίσταση τοῦ φορτίου πρέπει νά ἔχουν κάποια ἀκρίβεια. Π.χ. ἡ μέτρηση σταθεροποιήσεως 0,02% συνεπάγεται μεταβολή τάσεως 1mV στά 5V, 3mV στά 15V κ.ο.κ. Ἐπειδή οἱ μετρήσεις γίνονται στίς ὁριακές τιμές, στίς θέσεις τῶν I, V_1 καί R_L μποροῦμε νά χρησιμοποιήσουμε στοιχεῖα γνωστῆς ἀκριβείας τήν ὁποία θά λάβουμε ὑπόψη. Ἔτσι, ἄν γιά τό ρεῦμα χρησιμοποιήσουμε ἕνα ὄργανο πού ἔχει ἀκρίβεια 3%, οἱ μετρήσεις θά γίνουν μέ ρεῦμα ἐξόδου ἴσο μέ τό 103% τῆς ὀνομαστικῆς του τιμῆς. Ἄν γιά τήν τάση V_1 χρησιμοποιήσουμε ὄργανο μέ ἀκρίβεια 2%, ἡ τάση εἰσόδου θά πρέπει

Ἡ Lyric Hi-Fi Center καί ἡ Lyric Stereorama

σᾶς ἀποκαλύπτουν τά μυστικά τῶν ἠχείων καί σᾶς προσφέρουν:



- Τήν τεχνική πεῖρα της, συμβουλεύοντάς σας γιά τήν κατασκευή τῶν ἠχείων.
- Σχέδια ἠχείων.
- Μεγάφωνα τῶν καλυτέρων ξένων ἐργοστασίων (SEAS, PEERLESS, SCANDYNA κλπ).
- Τό ξύλινο περίβλημα (κουτί).
- Μεγάφωνα, crossovers, σπέσιαλ ἀπορροφητικό ὑλικό καί ὕφασμα ἠχείων καί ἅπαντα τά ἐπί μέρους ὑλικά, ἕτοιμα νά τά τοποθετήσετε στό κουτί τῆς ἀρεσκείας σας.
- Τόν τελικό ἔλεγχο τῆς κατασκευῆς σας.
- Ἕτοιμα ἠχεῖα κατασκευασμένα στό ἐργοστάσιό μας στόν Σταυρό Ἀττικῆς.

LYRIC STEREORAMA OF AMERICA Co (USA-GREECE)

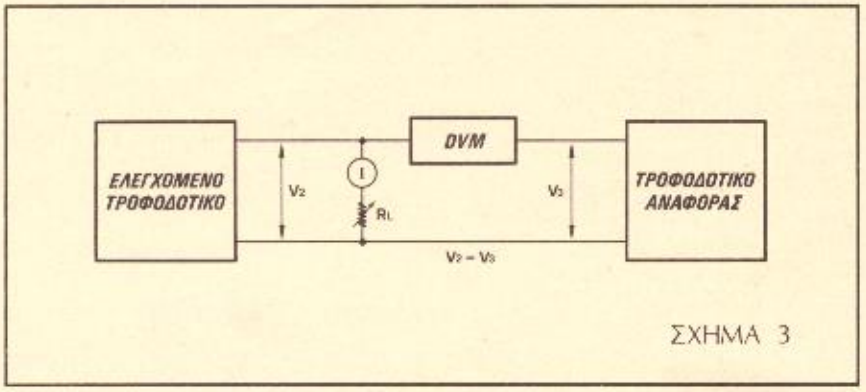
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΝ ΤΜΗΜΑ: Πλαπούτα 25 Τηλ. 821 7526
ΕΚΘΕΣΙΣ: Ἀσημάκη Φωτήλα 32 Τηλ. 883 3540

ΑΘΗΝΑ

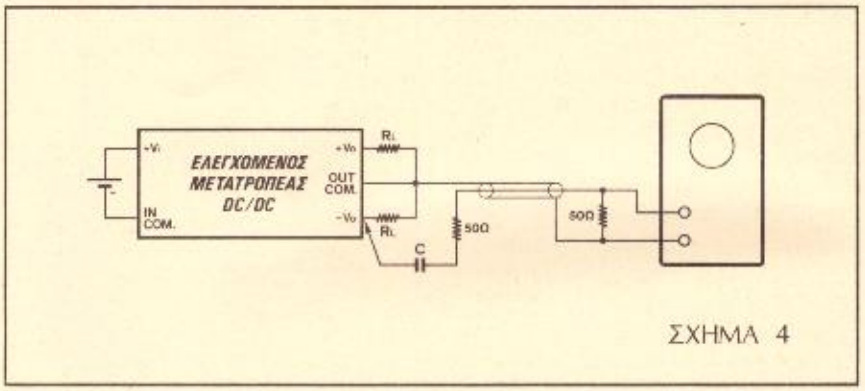
ΖΗΤΟΥΝΤΑΙ ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΟΙ ΓΙΑ ΟΛΗ ΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

νά μεταβληθεῖ ±10,2% ἀντί ±10%.

Ἀκόμη, ἐπειδή ἐνδιαφερόμαστε νά μετρήσουμε μικρές μεταβολές καί ὄχι ἀπόλυτες τιμές τάσεων, γιά τή μέτρηση τῆς V_2, χρειαζόμαστε ἕνα ὄργανο μέ μεγάλη διαχωριστικότητα καί ὄχι ἀταραίτητα μέ μεγάλη ἀκρίβεια, π.χ. ἕνα ψηφιακό βολτόμετρο $4^1/_2$ ψηφίων. Ἄν δέν διαθέτουμε τέτοιο ὄργανο, μποροῦμε νά πραγματοποιήσουμε τή συνδεσμολογία τοῦ Σχ. 3 καί στή θέση τοῦ DVM νά χρησιμοποιήσουμε ἕνα ψηφιακό βολτόμετρο $3^1/_2$ ψηφίων πού νά τροφοδοτεῖται ἀπό μπαταρίες ἤ νά διαθέτει διαφορική εἴσοδο. (Ἀντί γιά ψηφιακό θά μπορούσαμε νά χρησιμοποιήσουμε ἀναλογικό βολτόμετρο μέ διαχωριστικότητα 1mV). Ἐξισώνοντας τίς τάσεις τῶν δύο τροφοδοτικῶν καί μεταβάλλοντας τίς συνθῆκες ἐλέγχου, τό DVM θά μετράει τίς μεταβολές τῆς τάσεως ἐξόδου.



ΣΧΗΜΑ 3



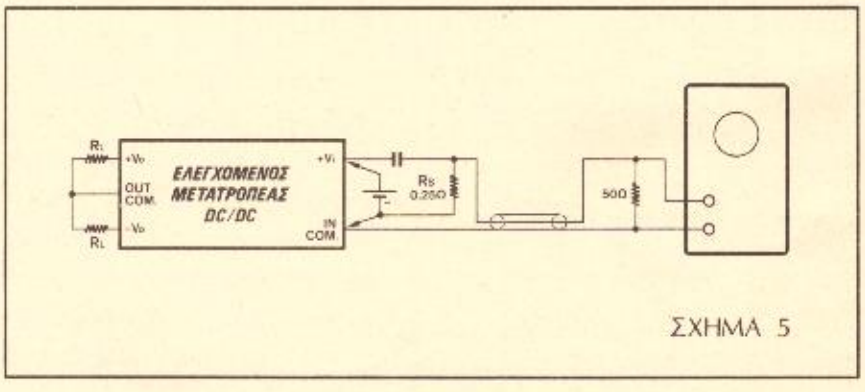
ΣΧΗΜΑ 4

ΜΕΤΡΗΣΗ ΘΟΡΥΒΟΥ ΤΩΝ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΩΝ DC/DC

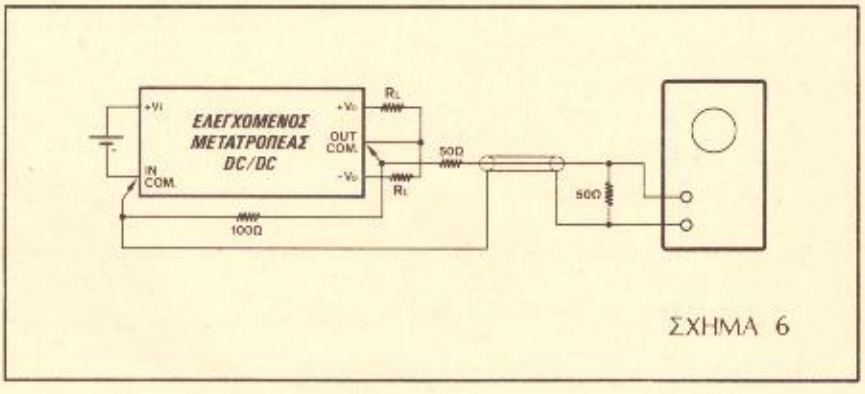
Ἡ μέτρηση τοῦ θορύβου στούς *μετατροπεῖς DC/DC (DC to DC converters)* — στά τροφοδοτικά δηλαδή πού ἔχουν εἴσοδο καί ἔξοδο DC — χρειάζεται ἰδιαίτερη προσοχή. Ἡ μέτρηση αὐτή ἀφορᾶ κυρίως τίς συνιστῶσες ὑψηλῆς συχνότητας τῶν αἰχμῶν πού δημιουργοῦνται κατά τή μεταγωγή καί πρέπει νά γίνεται μέ ὅλες ἐκεῖνες τίς προφυλάξεις πού ἀπαιτοῦν οἱ ἐφαρμογές ὑψηλῆς συχνότητας ἤ τῶν παλμῶν μεγάλης ταχύτητας.

Γιά τή σωστή ἀξιολόγηση ἑνός μετατροπέα DC/DC δέν εἶναι ἀρκετή μιά ἁπλή μέτρηση, ἀλλά πρέπει νά μετρηθοῦν ἡ τάση θορύβου στήν ἔξοδο, τό ρεῦμα κυματώσεως ἀνηγμένο στήν εἴσοδο καί τό ρεῦμα θορύβου common-mode στήν ἔξοδο.

Τό βολτόμετρο πού θά χρησιμοποιήσουμε γιά τή μέτρηση τῆς τάσεως θορύβου στήν ἔξοδο πρέπει νά μετράει ἀληθινή ἐνεργό τιμή καί νά ἀποκρίνεται ἀπό τούς 5Hz ὡς τούς 20MHz περίπου. Τέτοια ὄργανα εἶναι τό μοντέλο 3400 τῆς Hewlett-Packard καί τό μοντέλο 323 τῆς Ballantine. (Τά ὄργανα πού προορίζονται γιά τή μέτρηση ἡμιτονικῆς τάσεως καί ἁπλῶς εἶναι βαθμονομη-



ΣΧΗΜΑ 5



ΣΧΗΜΑ 6

μένα σέ ἐνεργό τιμή, ἐνῶ στήν πραγματικότητα μετροῦν τή μέση, εἶναι ἀκατάλληλα. Ἀναφορικά μέ τήν μέτρηση τῆς ἐνεργοῦ τιμῆς, τά ἴδια ἰσχύουν καί γιά τόν παλμογράφο).

Γιά νά σχηματίσουμε μιά ἰδέα τῶν μεγεθῶν πού πρόκειται νά μετρήσουμε, ἀρκεῖ νά ποῦμε ὅτι οἱ σημερινοί μετατροπεῖς DC/DC λειτουργοῦν σέ συχνότητες ἀπό λίγους χιλιόκυκλους ὡς τούς 100KHz καί ὅτι οἱ ἐμφανιζόμενες αἰχμές ἔχουν πλάτος ἀπό μερικά μιλλιβόλτ μέχρι μερικές ἑκατοντάδες μιλλιβόλτ. Ἡ διάρκειά τους κυμαίνεται μεταξύ 50nsec καί μερικῶν ἑκατοντάδων νανοσεκόντ. Πρέπει, λοιπόν, νά χρησιμοποιηθεῖ ἕνα φύλλο χαλκοῦ σάν γείωση, τά καλώδια συνδέσεως νά μήν ἔχουν μεγάλο μῆκος, τά ὄργανα νά γειώνονται καί οἱ τερματισμοί νά γίνονται μέ καθαρά ὠμικούς ἀντιστάτες. Ἐπίσης, ἡ τροφοδότηση πρέπει νά γίνεται ἀπό μπαταρία, ὥστε νά ἀποφεύγονται οἱ συζεύξεις μέσω τῆς γραμμῆς τροφοδοτήσεως, καί ὁ θόρυβος νά μετριέται ὅσο τό δυνατό κοντά στούς ἀκροδέκτες ἐξόδου. Πρίν ἀπό κάθε μέτρηση, καλό εἶναι νά σιγουρευόμαστε ὅτι δέν ὑπάρχουν παρασιτικές συζεύξεις, βραχυκυκλώνοντας τήν ἔξοδο τοῦ μετατροπέα καί παρατηρώντας τήν ὀθόνη τοῦ παλμογράφου. Ἄν δέν ὑπάρχει παρασιτική σύζευξη, στήν ὀθόνη θά ἐμφανιστεῖ μιά εὐθεία γραμμή, πού τό πάχος της θά ἐξαρτᾶται ἀπό τό θόρυβο τοῦ παλμογράφου. Ἡ παρουσία θορύβου πιθανόν νά ὀφείλεται σέ παρασιτική λήψη ἀπό τίς συνδέσεις μεταξύ τῆς εἰσόδου, τοῦ μετατροπέα καί τοῦ παλμογράφου. Ἄν πράγματι ὀφείλεται σ' αὐτή τήν αἰτία, τότε ὁ θόρυβος θά πρέπει νά ὑπάρχει καί ὅταν τό βραχυκύκλωμα μεταφερθεῖ ἀπό τήν ἔξοδο στήν εἴσοδο. Ἕνα ἄλλο σημεῖο πού χρειάζεται προσοχή εἶναι τό σασί τοῦ παλμογράφου, πού πρέπει νά γειώνεται μέσω τοῦ καλωδίου τροφοδοτήσεως.

Ἡ συνδεσμολογία γιά τή μέτρηση τῆς τάσεως θορύβου στήν ἔξοδο ἑνός μετατροπέα DC/DC φαίνεται στό Σχ. 4. Εἶναι φανερό ὅτι ἡ τιμή πού θά μετρήσουμε θά εἶναι τό 1/2 τῆς πραγματικῆς, ἀφοῦ χρησιμοποιοῦνται δύο ἀντιστάτες 50Ω.

Γιά τή μέτρηση τοῦ ἀνηγμένου στήν εἴσοδο ρεύματος κυματώσεως χρειαζόμαστε ἕναν πυκνωτή ἀποζεύξεως καί ἕναν ἀντιστάτη δειγματοληψείας (C καί Rs στό Σχ. 5). Τόσο ὁ πυκνωτής ὅσο καί ὁ ἀντιστάτης πρέπει νά ἔχουν πολύ μικρή αὐτεπαγωγή καί νά ὁρίζουν μία σταθερά χρόνου 10 φορές τουλάχιστον μεγαλύτερη ἀπό τή διάρκεια τῆς αἰχμῆς πού πρόκειται νά μετρηθεῖ. Ἡ τιμή τοῦ ρεύματος κυματώσεως βρίσκεται διαιρώντας τήν ἔνδειξη τοῦ παλμογράφου μέ τήν ἀντίσταση τοῦ Rs. Τό ρεῦμα τοῦτο πρέπει νά διατηρηθεῖ ὅσο τό δυνατό μικρό, γιατί μπορεῖ νά διεγείρει τά κυκλώματα πού πιθανόν νά τροφοδοτοῦνται ἀπό τήν πηγή εἰσόδου.

Ἡ τρίτη παράμετρος μετριέται μέ τή συνδεσμολογία τοῦ Σχ. 6. Ἡ τιμή της βρίσκεται διαιρώντας τήν τάση στά ἄκρα τοῦ ἀντιστάτη τῶν 100Ω μέ τήν ἀντίσταση τερματισμοῦ (50Ω). Ὅσο μικρότερο εἶναι αὐτό τό ρεῦμα, τόσο καλύτερη ἀπομόνωση ὑπάρχει μεταξύ τῶν κυκλωμάτων εἰσόδου καί ἐξόδου. Μερικές φορές τό ρεῦμα, μπορεῖ νά ἔχει τέτοια τιμή, ὥστε νά ὁδηγεῖ στόν κόρο ἕναν τελεστικό ἐνισχυτή πού θά τροφοδοτηθεῖ ἀπό τόν μετατροπέα. ■

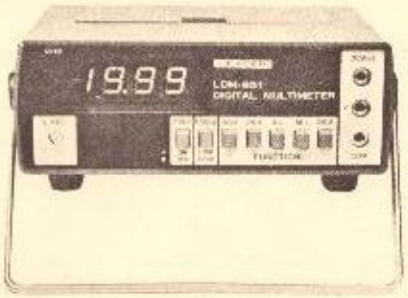
LEADER TEST INSTRUMENTS

Γιά περισσότερες καί καλύτερες μετρήσεις

ΝΕΟ
ΨΗΦΙΑΚΟ ΠΟΛΥΜΕΤΡΟ
LEADER LDM-851

ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΣ

DC V : 0,001 — 1000V
AC V : 0,001 — 1000V
DC A : 0,01 — 199,9mA
OHM : 0,001 — 1999KΩ
0,001 — 19,99MΩ



- Ἀπεικόνιση 3½ ψηφίων
- Αὐτόματη ἐπιλογή πολικότητας καί ἡμιαυτόματη ἐπιλογή κλίμακας
- Κρυσταλλικός ταλαντωτής

Βάρος: 700 gr
Διαστάσεις: 160 x 58 x 122 mm

Θά τά βρῆτε σέ ὅλα τά καλά καταστήματα ἠλεκτρονικῶν εἰδῶν

ΓΕΝΙΚΟΣ ΑΝΤΙΠΡΟΣΩΠΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ
ΜΙΧΑΛΗΣ ΚΟΥΡΑΚΟΣ Τσιμισκῆ 29·33 Ἀθῆναι (706) Τηλ. 363.74.01 - 363.87.47

COPYRIGHT MOTOROLA & «Η.Χ.»

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΦΛΕΞΕΩΣ

Μετά τό 1960 δοκιμάστηκαν πολλές λύσεις γιά τή βελτίωση τοῦ κλασικοῦ συστήματος ἀναφλέξεως πού χρησιμοποιεῖται στούς βενζινοκινητῆρες τῶν αὐτοκινήτων. Κυκλοφόρησαν, μάλιστα, ἀρκετά ἠλεκτρονικά συστήματα, μερικά ἀπό τά ὁποῖα διεκδικοῦν θεαματικές βελτιώσεις. Πάντως, σήμερα ἐπικρατεῖ ἡ γνώμη ὅτι ἡ ἠλεκτρονική ἀνάφλεξη δέν ἐπιφέρει ἐπαναστατικές ἀλλαγές στίς ἐπιδόσεις ἑνός κοινοῦ κινητήρα πού λειτουργεῖ κάτω ἀπό ὁμαλές συνθῆκες. Ὁπωσδήποτε, ὅμως, παρουσιάζει ἀρκετά πλεονεκτήματα, ὅπως ἡ καλή ἐκκίνηση, ἡ ὁμαλή λειτουργία ἀκόμη καί σέ δυσμενεῖς συνθῆκες (πολύ γρήγορες ἤ ἀργές στροφές τοῦ κινητήρα, κακό μίγμα κλπ.), ἡ μεγαλύτερη διάρκεια ζωῆς τῶν μπουζί, ἡ μικρότερη φθορά τῶν πλατινῶν ἤ ἀκόμη καί ἡ κατάργησή τους κ.ἄ.

Στό ἄρθρο αὐτό γίνεται μιά λεπτομερής περιγραφή τοῦ κλασικοῦ καί τῶν ἠλεκτρονικῶν συστημάτων ἀναφλέξεως καί συγκρίνονται οἱ ἐπιδόσεις τους. Παράλληλα παρουσιάζονται μερικά ἀντιπροσωπευτικά κυκλώματα. Τά κυκλώματα αὐτά εἶναι κατασκευάσιμα, ἀρκεῖ νά βρεῖ κανείς τά στοιχεῖα πού θά τοῦ χρειαστοῦν γιά νά τά προσαρμόσει στίς ἀπαιτήσεις τοῦ αὐτοκινήτου του. Τό ἄρθρο πρωτογράφτηκε ἀπό τόν Jorgen Hoyer καί στηρίχτηκε στίς ἐργασίες πού ἔγιναν στά ἐργαστήρια ἐφαρμογῶν τῆς Motorola, στήν Γενεύη.

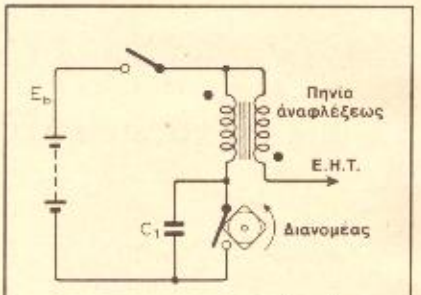
ΤΟ ΚΛΑΣΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Προορισμός τοῦ συστήματος ἀναφλέξεως εἶναι νά παράγει τούς παλμούς ὑψηλῆς τάσεως, οἱ ὁποῖοι ἐφαρμόζονται στά μπουζί καί δημιουργοῦν τό σπινθήρα πού ἀναφλέγει τό μίγμα. Ἡ ἠλεκτρική ἐνέργεια πού χρειάζεται γιά τήν ἀνάφλεξη παρέχεται ἀπό τήν μπαταρία τοῦ αὐτοκινήτου.

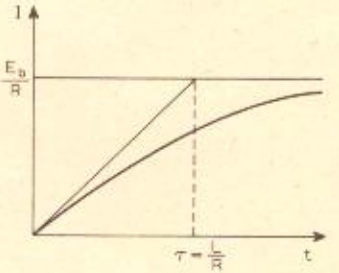
Στό κλασικό σύστημα ἀναφλέξεως οἱ παλμοί ὑψηλῆς τάσεως παράγονται ἀπό τό κύκλωμα τοῦ Σχ. 1. Τά βασικά τμήματα τοῦ κυκλώματος εἶναι ἡ μπαταρία, ὁ διανομέας (ντιστριμπυτέρ) καί τό πηνίο ἀναφλέξεως (πολλαπλασιαστής). Τό τελευταῖο εἶναι ἕνας αὐτομετασχηματιστής, τυλιγμένος πάνω σ' ἕναν πυρήνα ἀπό μαλακό σίδηρο. Τό πρωτεῦον τύλιγμά του ἀποτελεῖται ἀπό μερικές ἑκατοντάδες σπεῖρες καί συνδέεται σέ σειρά μέ τίς ἐπαφές τοῦ διανομέα (πλατίνες). Τό δευτερεῦον ἀποτελεῖται ἀπό μερικές χιλιάδες σπεῖρες καί συνδέεται στά μπουζί, μέσω τοῦ διανομέα.

Μόλις κλείσουν οἱ πλατίνες, τό ρεῦμα μέσα ἀπό τό πρωτεῦον αὐξάνεται ἐκθετικά πρός τήν τιμή E_b/R (ὅπου E_b ἡ τάση τῆς μπαταρίας καί R ἡ ἐνεργός ἀντίσταση πρωτεύοντος) καί σύμφωνα μέ τή σταθερά χρόνου L/R (Σχ. 2). Μέ τό ἄνοιγμα τῶν πλατινῶν διακόπτεται ἀπότομα τό ρεῦμα πρωτεύοντος καί στά ἄκρα τοῦ δευτερεύοντος ἐπάγεται ἕνας παλμός ὑψηλῆς τάσεως (Ε.Η.Τ.), πού ἐφαρμόζεται τελικά στούς ἀκροδέκτες ἑνός μπουζί.

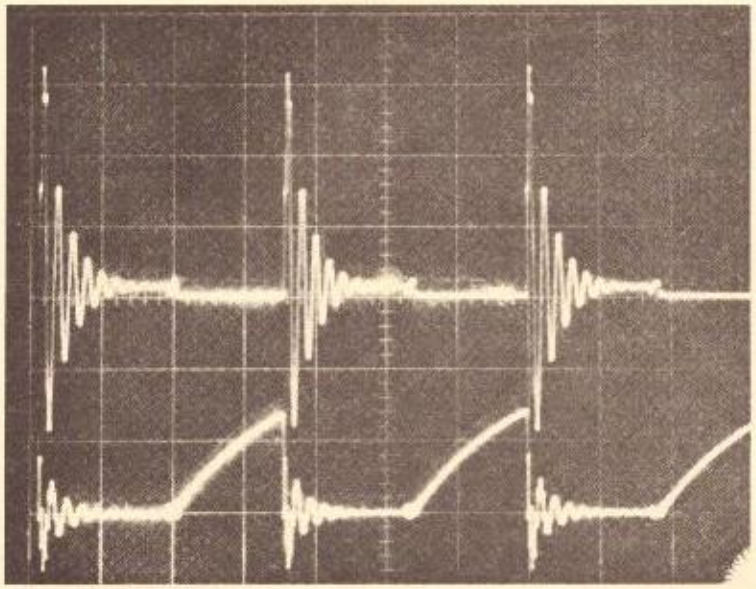
Ἄν ὁ κινητήρας τοῦ αὐτοκινήτου λειτουργεῖ μέ πολλές στροφές, οἱ πλατίνες ἀνοιγοκλείνουν πολλές φορές τό δευτερόλεπτο καί τό ρεῦμα πρωτεύοντος ἔχει τή μορφή τοῦ παλμογραφήματος πού δείχνει τό κάτω τμῆμα τοῦ



ΣΧΗΜΑ 1



ΣΧΗΜΑ 2

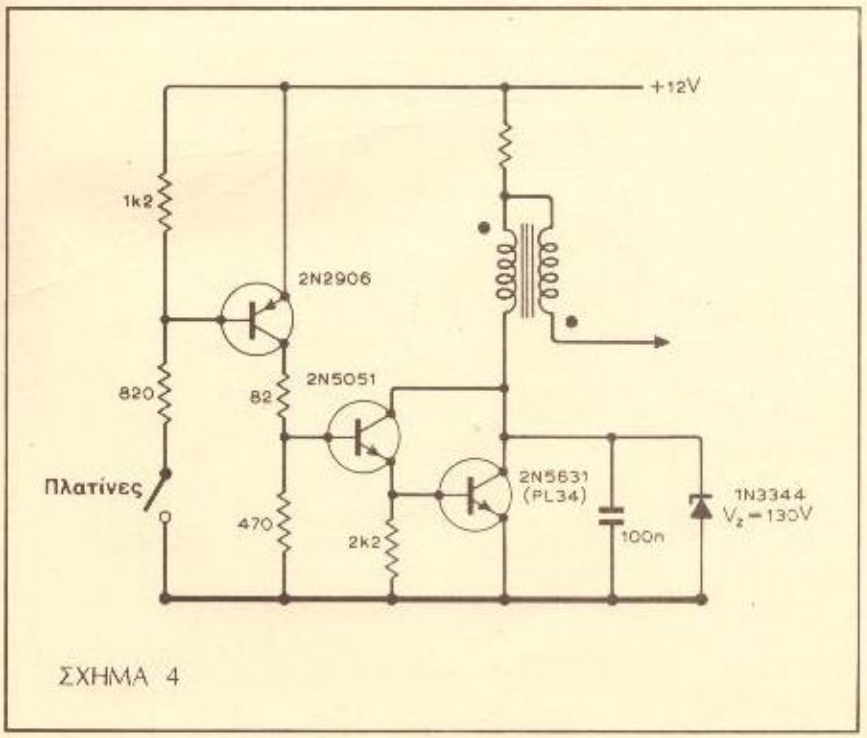


ΣΧΗΜΑ 3

Σχ. 3. Τό πάνω παλμογράφημα τοῦ ἴδιου σχήματος δείχνει τήν τάση στά ἄκρα τοῦ πρωτεύοντος. Ἡ τάση δευτερεύοντος ἔχει τήν ἴδια μορφή, ἀλλά τό πλάτος της εἶναι μεγαλύτερο καί ἐξαρτᾶται ἀπό τό λόγο σπειρῶν τῶν δύο τυλιγμάτων. Τά παλμογραφήματα ἔχουν παρθεῖ μέ τά μπουζί τοποθετημένα στή θέση τους. Στήν ἀντίθετη περίπτωση ἔχουν διαφορετική μορφή καί διαφορετικό πλάτος.

Τό κλασικό σύστημα ἀναφλέξεως εἶναι ἁπλό, ἀρκετά ἀξιόπιστο καί κατάλληλο γιά τά περισσότερα αὐτοκίνητα. Ἔχει, ὅμως, τά ἑξῆς μειονεκτήματα:

- *Ἡ ἐνέργεια πού ἀποθηκεύεται στό πηνίο ἐλαττώνεται στίς πολλές στροφές τοῦ κινητήρα καί ὅταν ἀρχίσει νά πέφτει ἡ τάση τῆς μπαταρίας.*
- *Ἡ ἀντίσταση μονώσεως (διαρροή) τῶν μπουζί ἐπηρεάζει σημαντικά τίς ἐπιδόσεις τοῦ συστήματος, γιατί ἐπηρεάζει καί τήν ταχεία ἀνάπτυξη τῆς ὑψηλῆς τάσεως.*
- *Δέν ἔχει ἱκανοποιητική ἀκρίβεια συγχρονισμοῦ συμπιέσεως-ἀναφλέξεως τοῦ μίγματος.*
- *Τό σχετικά μεγάλο ρεῦμα πού περνάει ἀπό τίς πλατίνες τίς φθείρει γρήγορα.*



ΣΧΗΜΑ 4

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΨΗΛΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΕΩΣ

Ἡ ἀρχική σκέψη ἦταν νά χρησιμοποιηθεῖ ἕνα κύκλωμα μέ τρανζίστορ, γιά νά ἐλέγχει τή μεταγωγή τοῦ πρωτεύοντος μέ τέτοιον τρόπο ὥστε νά ἐλαχιστοποιεῖται ἡ φθορά τῶν πλατινῶν. Χρησιμοποιήθηκε, λοιπόν, ἕνα κύκλωμα σάν κι' αὐτό τοῦ Σχ. 4, ὅπου οἱ πλατίνες δέν συνδέονται ἀπευθείας στό πρωτεῦον, ἀλλά στή βάση ἑνός τρανζίστορ.

Ὅταν σχεδιάστηκαν τά κυκλώματα αὐτοῦ τοῦ εἴδους, τά τρανζίστορ πού ὑπῆρχαν εἶχαν τάσεις διασπάσεως γύρω στά 100 μέ 150V. Χρειάστηκε, λοιπόν, νά ἐλαττωθεῖ ἡ αὐτεπαγωγή τοῦ πρωτεύοντος, γιά νά ὑποδιβαστεῖ ἡ μέγιστη τιμή τῆς τάσεως πού ἀναπτύσσεται στά ἄκρα του καί ἐφαρμόζεται μεταξύ συλλέκτη καί ἐκπομποῦ τοῦ τρανζίστορ ἐξόδου. Ἐλαττώνοντας, ὅμως, τήν αὐτεπαγωγή πρωτεύοντος (L_p), ἐλαττώνεται καί ἡ ἐνέργεια πού ἀποθηκεύεται στό πηνίο:

$$W = \frac{1}{2} L_p I_p^2$$

Γιά νά διατηρηθεῖ σταθερή ἡ ἐνέργεια αὐτή, πρέπει νά αὐξηθεῖ τό ρεῦμα πού περνάει μέσα ἀπό τό πρωτεῦον (I_p) καί μάλιστα νά διπλασιαστεῖ, ἄν ἡ αὐτεπαγωγή ἐλαττωθεῖ στό 1/4 τῆς ἀρχικῆς της τιμῆς.

Ἀλλά τό ρεῦμα εἶναι ἴσο μέ:

$$I = \frac{E_b}{R}$$

καί γιά νά διπλασιαστεῖ, πρέπει νά ὑποδιπλασιαστεῖ ἡ ὠμική ἀντίσταση τοῦ κυκλώματος. Τοῦτο ὁδηγεῖ σέ μιά σταθερά χρόνου:

$$\tau = \frac{0{,}25L}{0{,}5R} = \frac{1}{2}\frac{L}{R}$$

ἴση δηλαδή μέ τό μισό τῆς προη-

γούμενης. Ὑποβιβασμός τῆς σταθερᾶς χρόνου σημαίνει ὅτι τό ἠλεκτρονικό σύστημα μπορεῖ νά ἀποθηκεύσει ἐνέργεια μεγαλύτερη ἀπό τό κλασικό, ὅταν ὁ κινητήρας δουλεύει μέ πολλές στροφές. Γιά μιά τυπική τιμή ρεύματος 10A ἡ ἀποθηκευόμενη ἐνέργεια κυμαίνεται μεταξύ 40 καί 80 mJoule.

Τρανζίστορ ἐξόδου κατάλληλα γιά τό κύκλωμα τοῦ Σχ. 4 εἶναι τά 2N5629-31, 2N6029-31 καί MP2400A, τά ὁποῖα ἔχουν μέγιστη τάση διασπάσεως συλλέκτη-ἐκπομποῦ ἀπό 100 ὡς 140V.

Μεγάλο ἐνδιαφέρον παρουσιάζει ἡ σύγκριση τοῦ ἠλεκτρονικοῦ συστήματος μέ τό κλασικό, ὅσον ἀφορᾶ τήν τάση ἐξόδου σέ συνάρτηση μέ τίς στροφές τοῦ κινητήρα. Ὅπως βλέπουμε καί ἀπό τό Σχ. 5, τά δύο συστήματα δίνουν ἀρκετή τάση ὅταν δέν εἶναι φορτισμένα. Μέ φορτίο 1MΩ//50pF (τυπική τιμή στίς 5000 στροφές/λεπτό) ἡ τάση ἐξόδου τοῦ κλασικοῦ συστήματος εἶναι πάντα μικρότερη ἀπό αὐτή πού χρειάζεται στά μπουζί, ἐνῶ τοῦ ἠλεκτρονικοῦ ὑποβιβάζεται μέν, ἀλλά μικρότερη ἀπό τήν ἀπαιτούμενη γίνεται μόνο κάτω ἀπό τίς 2000 στροφές/λεπτό, περίπου. Ἡ ἀπόδοση τοῦ συστήματος σ' αὐτή τήν περιοχή μπορεῖ νά βελτιωθεῖ – χωρίς νά αὐξηθεῖ ἡ ἀποθηκευόμενη ἐνέργεια – ἄν χρησιμοποιηθοῦν τρανζίστορ μέ μεγαλύτερο γινόμενο V·I. Φυσικά τό πηνίο ἀναφλέξεως πρέπει νά προσαρμοστεῖ στίς δυνατότητες τοῦ τρανζίστορ ἐξόδου.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΨΗΛΗΣ ΤΑΣΕΩΣ ΧΑΜΗΛΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

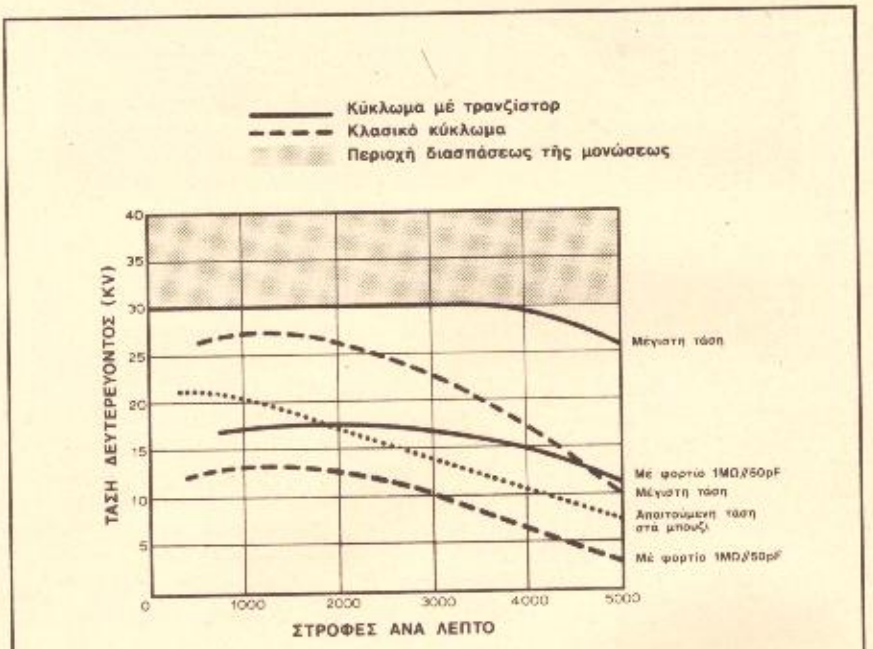
Μιά πιό μοντέρνα λύση εἶναι νά χρησιμοποιηθεῖ τό κλασικό πηνίο ἀναφλέξεως σέ συνδυασμό μέ τρανζίστορ ἐξόδου ὑψηλῆς τάσεως, ὅπως τά 2N6306 ἤ MJ3040, σ' ἕνα κύκλωμα τῆς μορφῆς τοῦ Σχ. 6.

Τό κύκλωμα τοῦτο εἶναι πιό ἁπλό καί φαίνεται νά συγκεντρώνει τά περισσότερα πλεονεκτήματα. Περιορίζει στό ἐλάχιστο τή φθορά τῶν πλατινῶν, δέν αὐξάνει τήν ἀπορρόφηση ρεύματος ἀπό τή μπαταρία, κοστίζει φτηνότερα καί μπορεῖ νά βελτιωθεῖ, ὥστε νά πλησιάζει τίς ἐπιδόσεις τῶν πιό πολύπλοκων συστημάτων, πού θά δοῦμε ἀργότερα. Παραδείγματος χάρη, ἄν τό ρεῦμα πρωτεύοντος δέν διατηρηθεῖ στήν τυπική τιμή τῶν 3 μέ 4A, ἀλλά αὐξηθεῖ, ἔστω στά 10A, καί κρατηθεῖ ἡ τάση στά ἴδια ἐπίπεδα, τότε εἶναι δυνατό νά ἐλαττωθεῖ ἡ αὐτεπαγωγή τοῦ πρωτεύοντος χωρίς νά μεταβληθοῦν ἡ ἐνέργεια καί ἡ τάση ἐξόδου.

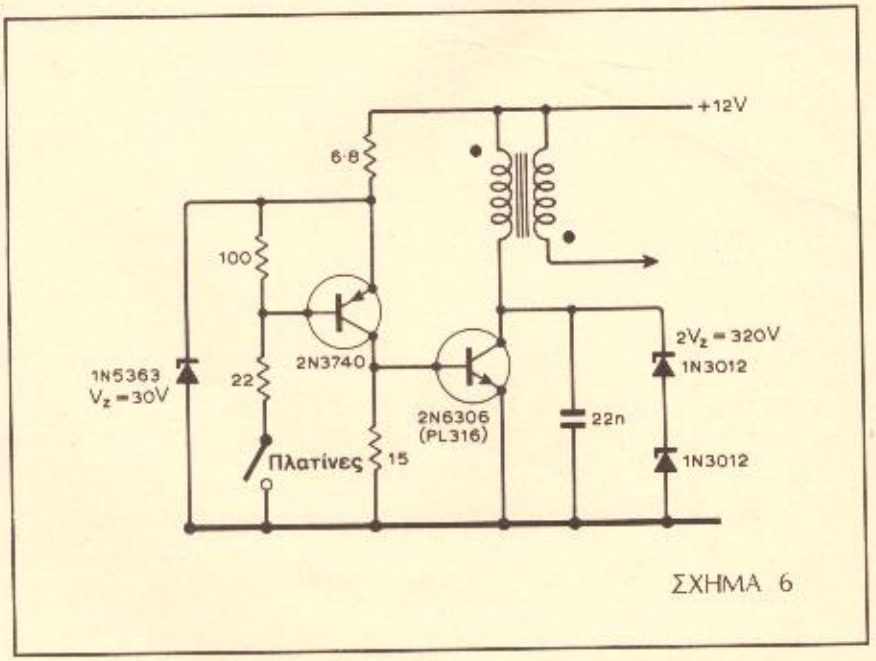
Ἡ ἐνέργεια πού ἀποθηκεύεται σ' ἕνα κοινό πηνίο τῆς τάξεως τῶν 7,15mH, ὅταν διαρρέεται ἀπό ἕνα ρεῦμα 3,5A (τυπική τιμή), εἶναι:

$$W = \frac{1}{2} \cdot 7{,}15 \cdot 10^{-3} \cdot 3{,}5^2 \simeq 44\,\text{mJoule}$$

Ἄν τό ρεῦμα γίνει 10A (2,86 φορές μεγαλύτερο) τότε, γιά νά διατηρηθεῖ ἀμετάβλητη ἡ ἐνέργεια, ἡ αὐτεπαγωγή πρωτεύοντος πρέπει νά γίνει:



ΣΧΗΜΑ 5



ΣΧΗΜΑ 6

$$L_p = \frac{2W}{I_p^2} = \frac{88 \cdot 10^{-3}}{100} \simeq 0{,}88\text{mH}$$

νά ἐλαττωθεῖ δηλαδή 8,2 φορές. Ταυτόχρονα, ὅμως, μέ τόν ὑποβιβασμό τῆς αὐτεπαγωγῆς ἐλαττώνεται – ὅπως καί προηγουμένως – ἡ σταθερά χρόνου, μέ ἀποτέλεσμα νά βελτιωθεῖ ἡ ἀπόδοση στίς πολλές στροφές τοῦ κινητήρα.

Ἕνα ἄλλο πλεονέκτημα, ὀφειλόμενο στή χαμηλή αὐτεπαγωγή πρωτεύοντος, εἶναι τό ὅτι περιορίζεται ὁ χρόνος πού χρειάζεται ἡ τάση ἐξόδου ὥσπου νά φτάσει στή μέγιστή της τιμή. Ὁ χρόνος αὐτό ἰσοῦται μέ τό ἕνα τέταρτο τῆς περιόδου τῆς ταλαντώσεως στήν ὁποία ἐξαναγκάζεται τό συντονισμένο κύκλωμα πού σχηματίζουν ἡ αὐτεπαγωγή δευτερεύοντος (L_s) καί οἱ παρασιτικές χωρητικότητες (C_s) τοῦ πηνίου, τῶν καλωδιώσεων, τῶν μπουζί κλπ.

Χρησιμοποιώντας τιμές πού μετρήθηκαν σέ διάφορα συστήματα, ὁ χρόνος αὐτός βρίσκεται ἴσος μέ:

$$\frac{T}{4} = \frac{\pi}{2}\sqrt{L_s C_s} = \frac{\pi}{2}\sqrt{60 \cdot 50 \cdot 10^{-12}} = 86\mu\text{sec}$$

Ἀλλά ἡ αὐτεπαγωγή δευτερεύοντος εἶναι:

$$L_s = n^2 L_p$$

ὅπου n ὁ λόγος σπειρῶν. Κάνοντας, λοιπόν, 8,2 φορές μικρότερο τό L_p, ὑποβιβάζεται κατά τόν ἴδιο συντελεστή καί τό L_s καί ὁ χρόνος πού χρειάζεται ἡ τάση ἐξόδου ὥσπου νά πάρει τή μέγιστή της τιμή γίνεται $\sqrt{8{,}2}$ φορές μικρότερος. Σ' ἕνα κύκλωμα μέ ρεῦμα πρωτεύοντος 10A καί ἀποθηκευόμενη ἐνέργεια 44mJoule, ὁ χρόνος αὐτός εἶναι:

$$\frac{T}{4} = \frac{86}{\sqrt{8{,}2}} \simeq 30\mu\text{sec}$$

Ἡ ταχύτατη αὔξηση τῆς τάσεως ἐξόδου ἀποτελεῖ πλεονέκτημα, γιατί ἐπιτυγχάνει καλύτερη πυροδότηση τοῦ μίγματος.

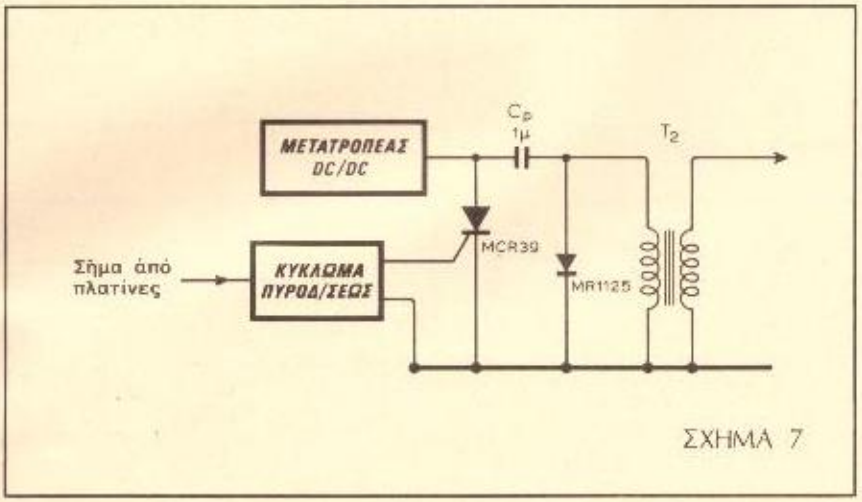
Ἡ συχνότητα συντονισμοῦ τῶν L_s, C_s καί ἡ ἀντίσταση δευτερεύοντος στή συχνότητα αὐτή εἶναι:

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L_s C_s}}$$

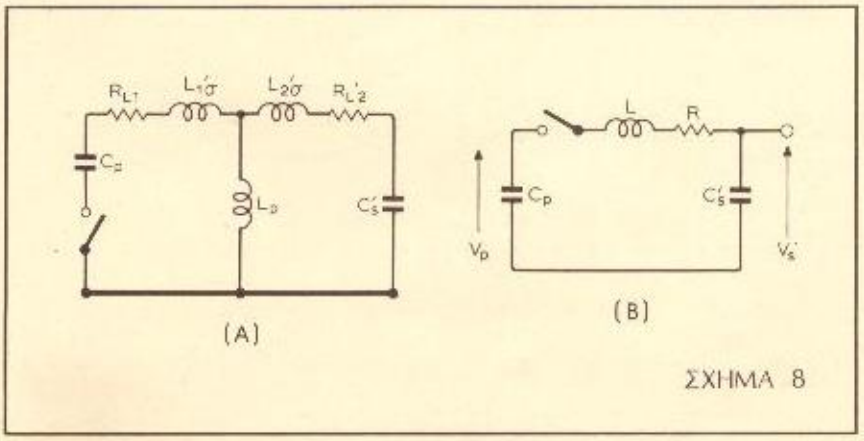
$$Z = \omega_0 L_s = \frac{1}{\omega_0 C_s}$$

Ἔτσι, ὅταν ἡ αὐτεπαγωγή δευτερεύοντος γίνει 8,2 φορές μικρότερη, ἡ συχνότητα συντονισμοῦ γίνεται 2,86 φορές μεγαλύτερη (ἡ παρασιτική χωρητικότητα διατηρεῖται σταθερή) καί ἡ σύνθετη ἀντίσταση δευτερεύοντος ὑποβιβάζεται κατά τόν ἴδιο συντελεστή. Στήν προκειμένη περίπτωση τό κύκλωμα μπορεῖ νά ἀναπτύξει ὑψηλή τάση ἀκόμη καί σέ φορτία μικρότερα ἀπό 1MΩ, τιμές πού παρουσιάζονται ὅταν εἶναι λερωμένα τά μπουζί καί ἀποτελοῦν μιά συνηθισμένη αἰτία ἀνωμαλιῶν.

Τρανζίστορ ἐξόδου κατάλληλα γι' αὐτόν τό σκοπό εἶναι τά PL90 καί MJ9000. Γιά ἀκόμη ὑψηλότερες τάσεις πρωτεύοντος καί χαμηλά ρεύματα (π.χ. 1400V, 3A) μπορεῖ νά χρησιμοποιηθεῖ τό τρανζίστορ MJ8400. Στήν περίπτωση αὐτή τό ἀπαιτούμενο ρεῦμα βάσεως εἶναι 1A καί θά χρειαστοῦν περισσότερα ἀπό ἕνα τρανζίστορ γιά τήν ὁδήγηση.



ΣΧΗΜΑ 7



ΣΧΗΜΑ 8

ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΟΥ ΣΠΙΝΘΗΡΑ

Ἔχει ἀποδειχτεῖ ὅτι, γιά τήν ἀνάφλεξη τοῦ μίγματος κάτω ἀπό ἰδανικές συνθῆκες, χρειάζεται πολύ χαμηλή ἐνέργεια καί ὅτι ἡ πυροδότηση λαβαίνει χώρα κατά τό πρῶτο μικροδευτερόλεπτο περίπου τοῦ σπινθήρα. Ἀλλά, στήν πράξη, οἱ συνθῆκες ἀναφλέξεως κάθε ἄλλο παρά ἰδανικές εἶναι. Τό μίγμα ἄλλοτε εἶναι πολύ «φτωχό» κι ἄλλοτε πολύ «πλούσιο», πιθανόν δέ νά εἶναι ἀνομοιόμορφο καί, σέ τελευταία ἀνάλυση, τό μίγμα πού φτάνει στά μπουζί, μόλις ἐκδηλώνεται ὁ σπινθήρας, ἴσως νά μήν εἶναι εὔφλεκτο. Γι' αὐτόν ἀκριβῶς τό λόγο ἔπρεπε νά προβλεφθεῖ ἡ χειρότερη περίπτωση. Βρέθηκε, μάλιστα, ὅτι σπινθῆρες μέ διάρκεια γύρω στά 300μsec ἐξασφαλίζουν τήν ἀνάφλεξη τοῦ μίγματος κάτω ἀπό ὁποιεσδήποτε συνθῆκες.

Στά συστήματα πού περιγράψαμε οἱ σπινθῆρες ἔχουν διάρκεια 1...2msec. Ἡ διάρκεια αὐτή θεωρεῖται ἱκανοποιητική, ἄν ὄχι ὑπερβολική, καί χρησιμοποιεῖται στίς περιπτώσεις πού, γιά λόγους προστασίας τοῦ περιβάλλοντος, ἀπαιτοῦνται μεγάλοι χρόνοι.

ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕ ΕΚΦΟΡΤΙΣΗ ΠΥΚΝΩΤΗ

Εἶναι τό πιό προηγμένο ἀλλά καί τό πιό πολύπλοκο ἠλεκτρονικό σύστημα ἀναφλέξεως. Στό κύκλωμά του χρησιμοποιεῖται ἕνας μετατροπέας DC/DC μέ σταθεροποιημένη τάση ἐξόδου (βλ. μπλόκ διάγραμμα Σχ. 7). Ὁ μετατροπέας φορτίζει τόν πυκνωτή C_p στά 400V περίπου. Τό θυρίστορ πυροδοτεῖται τή στιγμή πού πρέπει νά ἐκδηλωθεῖ ὁ σπινθήρας καί, μόλις συμβεῖ αὐτό, ἡ τάση στήν ὁποία ἔχει φορτιστεῖ ὁ πυκνωτής ἐφαρμόζεται στό μετασχηματιστή T2 (πηνίο ἀναφλέξεως).

Ἀπό τό ἰσοδύναμο κύκλωμα τοῦ Σχ. 8A καί τήν ἁπλοποιημένη μορφή του (Σχ. 8B) γίνεται φανερό ὅτι ἡ ἀποσβεννυμένη ταλάντωση πού θά δημιουργηθεῖ θά καθορίζεται ἀπό τό κύκλωμα συντονισμοῦ σειρᾶς πού σχηματίζουν οἱ χωρητικότητες πρωτεύοντος, δευτερεύοντος καί ἡ παρασιτική αὐτεπαγωγή. Ἡ ἀμοιβαία ἐπαγωγή L_p εἶναι πολύ μεγαλύτερη ἀπό τήν L_s καί ἀμελεῖται.

Ἄν ἀμελήσουμε πρός στιγμή καί τίς ἀπώλειες (στό Σχ. 8B χαρακτηρίζονται μέ τό γράμμα R), ἡ τάση V'_s πού ἀνάγεται στό πρωτεῦον ἀπό τό δευτερεῦον γράφεται:

$$V'_s = \frac{C_0}{C_s} V_0 (1 - \cos\omega_0 t)$$

ὅπου V_s ἡ τάση στήν ὁποία φορτίζεται ὁ πυκνωτής πρωτεύοντος καί

$$C_0 = \frac{C_p C'_s}{C_p + C'_s}$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC_0}}$$

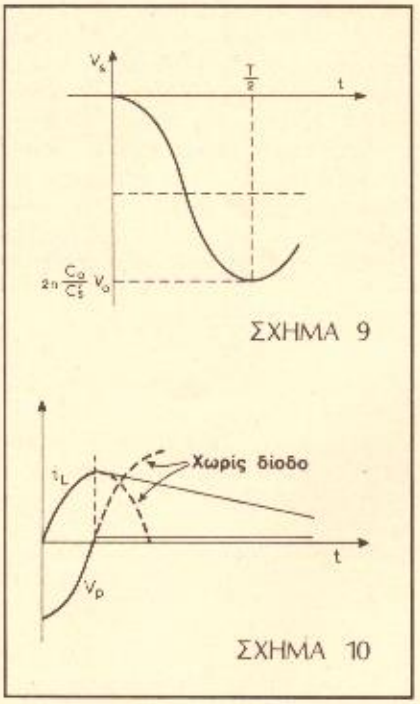
Ἀνάγοντας τήν τάση αὐτή στό δευτερεῦον θά ἔχουμε:

$$V_s = \frac{C_0}{C_s} nV_0 (1 - \cos\omega_0 t)$$

πράγμα πού φαίνεται καί ἀπό τό Σχ. 9.

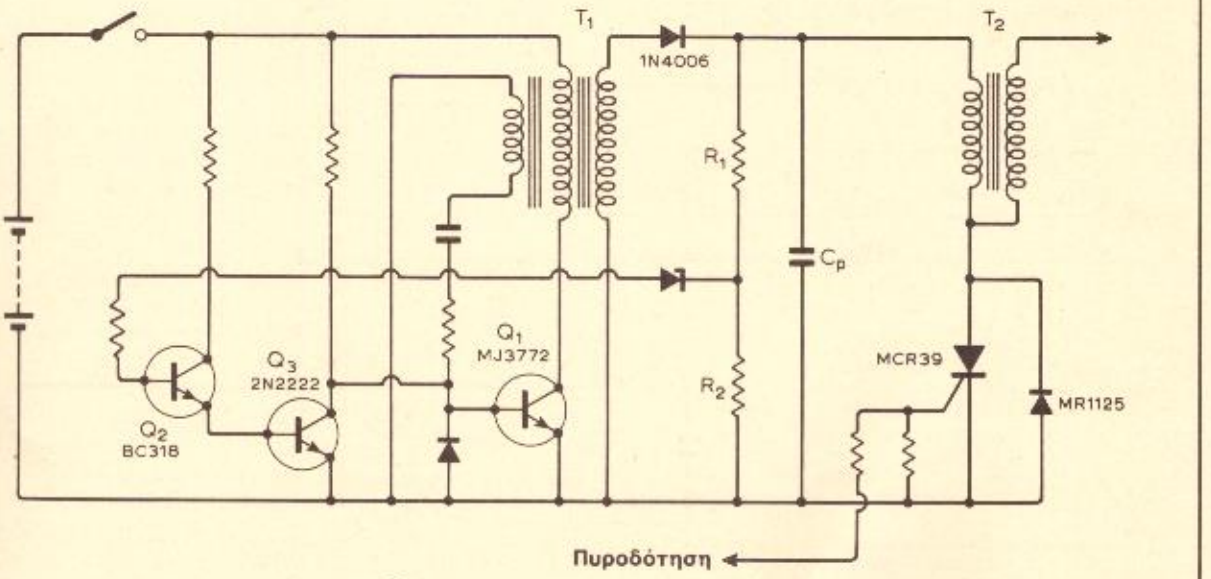
Ἐπειδή ἡ σχέση τῶν τάσεων εἶναι συνημιτονική συνάρτηση, τό πρῶτο μέγιστο θά ἐμφανίζεται μετά ἀπό χρόνο T/2, ἀντί T/4 πού ἰσχύει γιά τό κλασικό σύστημα ἀναφλέξεως. Μέ βάση τίς τυπικές τιμές πού μετρήθηκαν, ὁ χρόνος αὐτός βρίσκεται ἴσος μέ:

$$\frac{T}{2} = \frac{2\pi\sqrt{LC_0}}{2} = \pi\sqrt{31 \cdot 10^{-3} \cdot 240 \cdot 10^{-6}} \simeq 10\mu sec$$



ΣΧΗΜΑ 9

ΣΧΗΜΑ 10



ΣΧΗΜΑ 11

Δηλαδή εἶναι πολύ μικρότερος ἀπό τόν ἀντίστοιχο χρόνο τοῦ κλασικοῦ συστήματος, ἀλλά συγκρίσιμος μέ τούς χρόνους πού ἐπιτυγχάνουν τά προηγούμενα ἠλεκτρονικά συστήματα.

Οἱ αὐτεπαγωγές τοῦ μετασχηματιστῆ εἶναι πολύ μικρές (ἄρα ἡ συχνότητα συντονισμοῦ εἶναι ἀρκετά μεγάλη), καί τοῦτο ἔγινε δυνατό, γιατί ἡ τάση ἐφαρμόζεται στήν εἴσοδο γιά πολύ μικρά χρονικά διαστήματα.

Μέ τή χρησιμοποίηση τῆς διόδου MR1125 (Σχ. 7) ἡ διάρκεια τοῦ σπινθήρα εἶναι 150μsec περίπου. Ἄν ἀφαιρεθεῖ ἡ δίοδος, ἡ διάρκεια γίνεται πάρα πολύ μικρή. Οἱ μορφές τῆς τάσεως καί τοῦ ρεύματος πρωτεύοντος φαίνονται στό Σχ. 10. Ἡ δίοδος ἀρχίζει νά ἄγει ὅταν ἀναστραφεῖ ἡ τάση πρωτεύοντος καί τό ρεῦμα φτάσει στή μέγιστή του τιμή. Ἔτσι, ἡ ἐνέργεια πού ἀποθηκεύεται στήν παρασιτική αὐτεπαγωγή ἀποδίδεται ἀπό τό σπινθήρα μέ μιά μεγάλη σταθερά χρόνου L/R_a, ὅπου R_a εἶναι οἱ ἀπώλειες πού προηγουμένως χαρακτηρίσαμε μέ τό γράμμα R σύν τήν ἀντίσταση ὀρθῆς φορᾶς τῆς διόδου καί τήν ἀντίσταση τοῦ σπινθήρα. Οἱ δύο τελευταῖες εἶναι ἀμελητέες. Ἡ ἀντίσταση ἀπωλειῶν εἶναι τῆς τάξεως τῶν 150mΩ καί ἡ σταθερά χρόνου:

$$\tau = \frac{31 \cdot 10^{-3}}{156 \cdot 10^{-1}} \simeq 200\,\mu sec$$

Ἕνα σπουδαῖο πλεονέκτημα τοῦ συστήματος μέ ἐκφόρτιση πυκνωτῆ εἶναι τό ὅτι παρουσιάζει χαμηλή σύνθετη ἀντίσταση ἐξόδου, πράγμα πού τοῦ ἐπιτρέπει νά τροφοδοτήσει φορτία ὁποιασδήποτε τιμῆς. Ἡ χαμηλή ἀντίσταση ἐξόδου εἶναι ἀποτέλεσμα τῆς ὑψηλῆς συχνότητας πού ἔχει τό σύστημα μέ ἐκφόρτιση πυκνωτῆ, περίπου τέσσερις φορές μεγαλύτερη ἀπό τήν ἀντίστοιχη συχνότητα τῶν προηγούμενων συστημάτων (50KHz ἔναντι 12KHz). Ἄν δεχτοῦμε ἴσες χωρητικότητες δευτερεύοντος, τότε ἡ σύνθετη ἀντίσταση τοῦ πυκνωτῆ εἶναι τέσσερις φορές μικρότερη, δηλαδή στήν ἔξοδο μποροῦν νά συνδεθοῦν φορτία τέσσερις φορές μικρότερα.

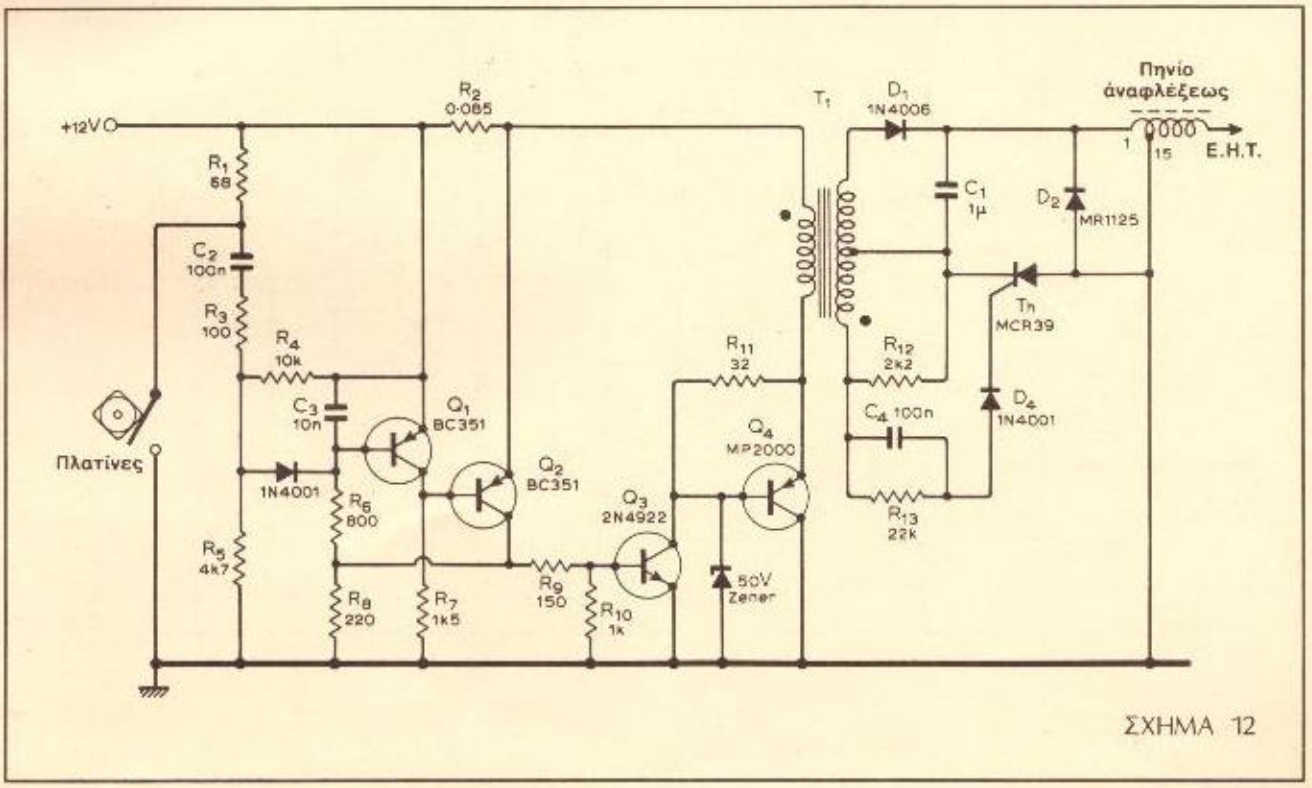
Τό σπουδαιότερο μειονέκτημα τοῦ συστήματος εἶναι ἡ πολυπλοκότητά του, ἡ ὁποία ὀφείλεται στή χρησιμοποίηση τοῦ μετατροπέα DC/DC καί στίς προφυλάξεις πού πρέπει νά ληφθοῦν γιά νά μήν πυροδοτεῖται τυχαῖα τό θυρίστορ.

ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΙΣ DC/DC 12V ΣΕ 400 Ἢ 500V

Τό κύκλωμα τοῦ μετατροπέα, πού χρησιμοποιεῖται συνήθως σ' αὐτοῦ τοῦ εἴδους τά συστήματα ἀναφλέξεως, φαίνεται στό Σχ. 11.

Ὁ μετασχηματιστής T1 καί τό τρανζίστορ ἰσχύος Q1 συνθέτουν ἕναν ταλαντωτή φραγμοῦ, ἡ περίοδος τοῦ ὁποίου καθορίζεται ἀπό τόν κόρο τοῦ πυρῆνα τοῦ T1. Ἡ παραγωγή τῆς ὑψηλῆς τάσεως (E.H.T.) γίνεται ὅπως καί στό κλασικό σύστημα. Ἡ ἐνέργεια ἀποθηκεύεται στήν αὐτεπαγωγή πρωτεύοντος κατά τή διάρκεια πού ἄγει τό Q1. Μόλις ὁ πυρήνας φτάσει στόν κόρο, τό Q1 ἀποκόπτεται καί ἀρχίζει μιά ταλάντωση πού φορτίζει τόν πυκνωτή C_p μέσα ἀπό τή δίοδο 1N4006. Ὁ διαιρέτης τάσεως R1, R2 παίρνει ἕνα δεῖγμα ἀπό τήν τάση τοῦ πυκνωτῆ. Ὅταν τό δεῖγμα αὐτό φτάσει σέ μιά προκαθορισμένη τιμή (ὁρίζεται ἀπό τό λόγο τῶν R1, R2 καί τήν τάση διασπάσεως τῆς ζένερ), τά Q2, Q3 ὁδηγοῦνται στήν ἀγωγιμότητα καί ἀποκόπτεται ὁ μετατροπέας.

Τό πρόβλημα μ' αὐτό τό κύκλωμα εἶναι ὅτι ὁ πυκνωτής δέν



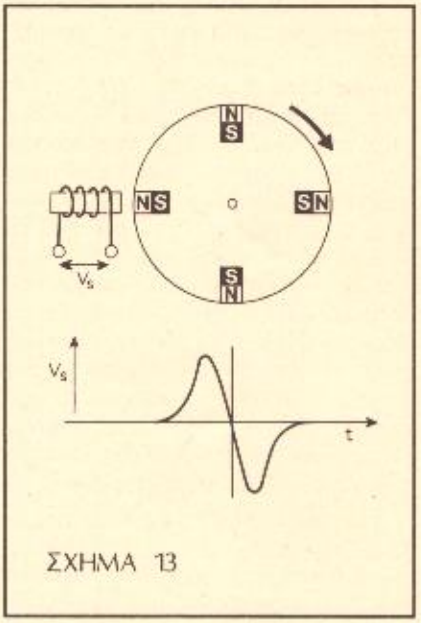
ΣΧΗΜΑ 12

φορτίζεται συνεχῶς, ἀλλά σέ βήματα τῶν ἡμιπεριόδων τῆς ταλαντώσεως. Τά βήματα αὐτά ἀνεβάζουν συνήθως τήν τάση στά ἄκρα τοῦ πυκνωτῆ πάνω ἀπό τήν ἐπιθυμητή στάθμη, γιατί ἀπό τή στιγμή πού θά γίνουν ἀγώγιμα τά Q2, Q3 δέν δημιουργεῖται μέν ἄλλος κύκλος ταλαντώσεων, ἀλλά θά πρέπει νά τελειώσει ἐκεῖνος πού ἤδη εἶχε ἀρχίσει.

Στό κύκλωμα τοῦ Σχ. 12 χρησιμοποιεῖται ἕνας ἄλλος τρόπος γιά τόν ἔλεγχο τῆς ἀποθηκευμένης ἐνέργειας. Ἐδῶ, μόλις ἡ τάση στά ἄκρα τοῦ R2 πάρει μιά προκαθορισμένη τιμή (ὁρίζεται ἀπό τίς τιμές τῶν R2 καί τοῦ ἐπιθυμητοῦ ρεύματος στό πρωτεῦον τοῦ T1), τό κύκλωμα Schmitt-trigger (Q1, Q2) ἀποκόπτει τό Q4, μέσω τοῦ Q3. Ἔτσι, ἡ ἐνέργεια πού ἀποθηκεύεται στό πρωτεῦον καί ἡ τάση στήν ὁποία φορτίζεται ὁ πυκνωτής C1 εἶναι ἀνεξάρτητες ἀπό τήν τάση τροφοδοτήσεως μέσα σέ μιά ἀρκετά ἱκανοποιητική περιοχή ἀποκλίσεως τῆς τάσεως τῆς μπαταρίας γύρω ἀπό τά 12V.

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΧΩΡΙΣ ΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΕΠΑΦΕΣ

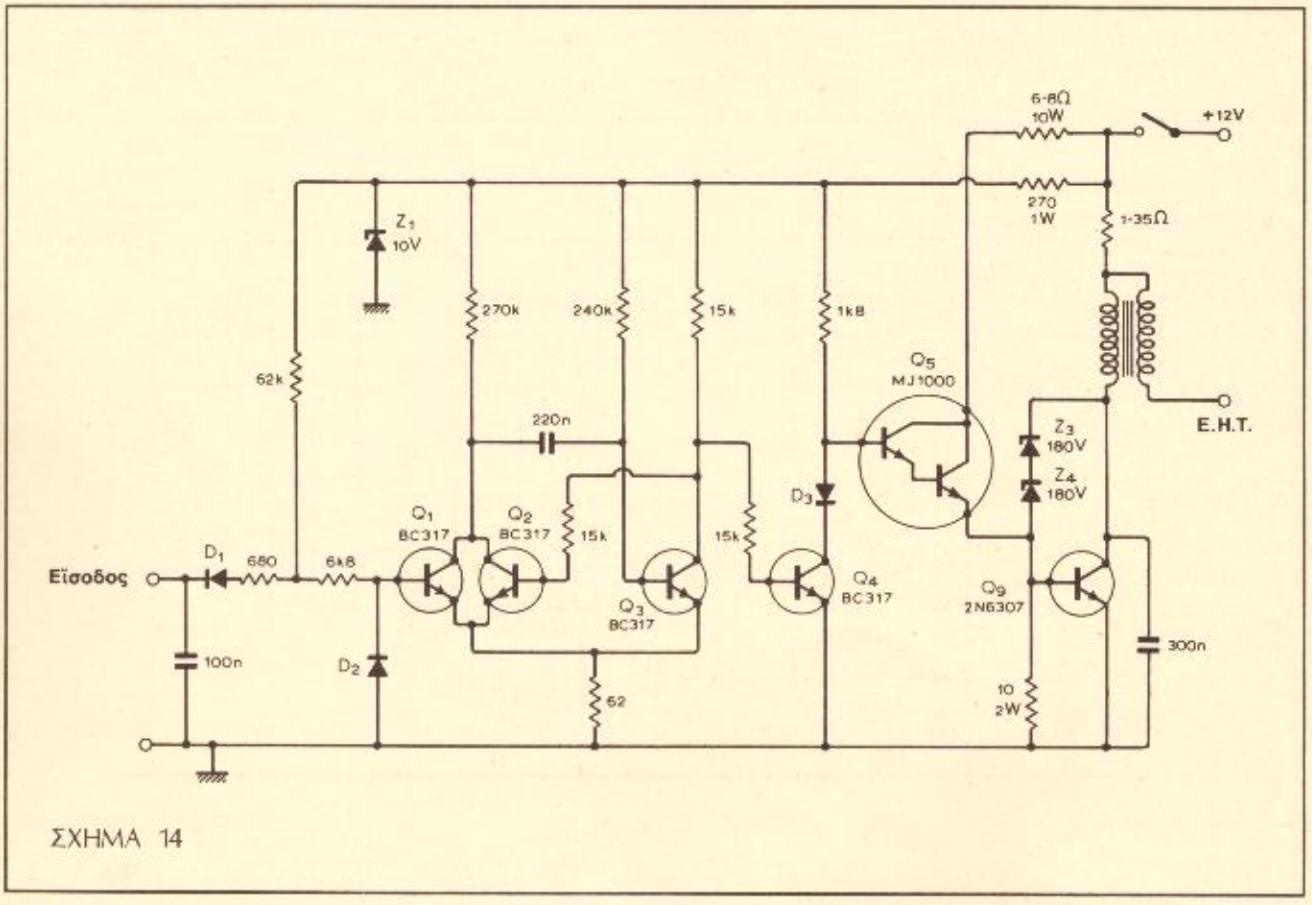
Τά ἠλεκτρονικά συστήματα ἀναφλέξεως πού περιγράψαμε προηγουμένως χρησιμοποιοῦν τίς ἐπαφές τοῦ διανομέα γιά νά παράγουν τήν κατάλληλη στιγμή τό σπινθήρα στά μπουζί. Ἐδῶ, οἱ ἐπαφές δέν χειρίζονται ρεύματα τόσο ἰσχυρά ὅσο στήν περίπτωση τοῦ κλασικοῦ συστήματος ἀναφλέξεως, πράγμα πού σημαίνει ὅτι ἔχουν λιγότερες φθορές, ἐπομένως μεγαλύτερο χρόνο ζωῆς. Ἡ φθορά τους, ὡστόσο, συνδυαζόμενη μέ τή φθορά πού προκαλεῖται στά κινητά μηχανικά τμήματα ἀπό τό ἀνοιγοκλείσιμο τῶν ἐπαφῶν, χαλάει σιγά-σιγά τό χρονισμό τοῦ κινητήρα.



ΣΧΗΜΑ 13

Γιά νά καταργηθεῖ αὐτό τό μειονέκτημα, δοκιμάστηκαν διάφορες μέθοδοι, οἱ ὁποῖες δέν χρησιμοποιοῦν μηχανικό συγχρονισμό. Οἱ πιό πετυχημένες εἶναι ἡ μαγνητική καί ἡ ὀπτοηλεκτρονική.

Ἡ μαγνητική μέθοδος στήν ἁπλούστερή της μορφή χρησιμοποιεῖ τέσσερις μαγνῆτες (προκειμένου γιά τετρακύλινδρους κινητῆρες) στηριγμένους πάνω στό δίσκο πού προσαρμόζεται στόν ἄξονα τοῦ διανομέα. Ἡ θέση τῶν μαγνητῶν πάνω στό δίσκο φαίνεται στό Σχ. 13. Κατά τήν περιστροφή τοῦ δίσκου, οἱ μα-



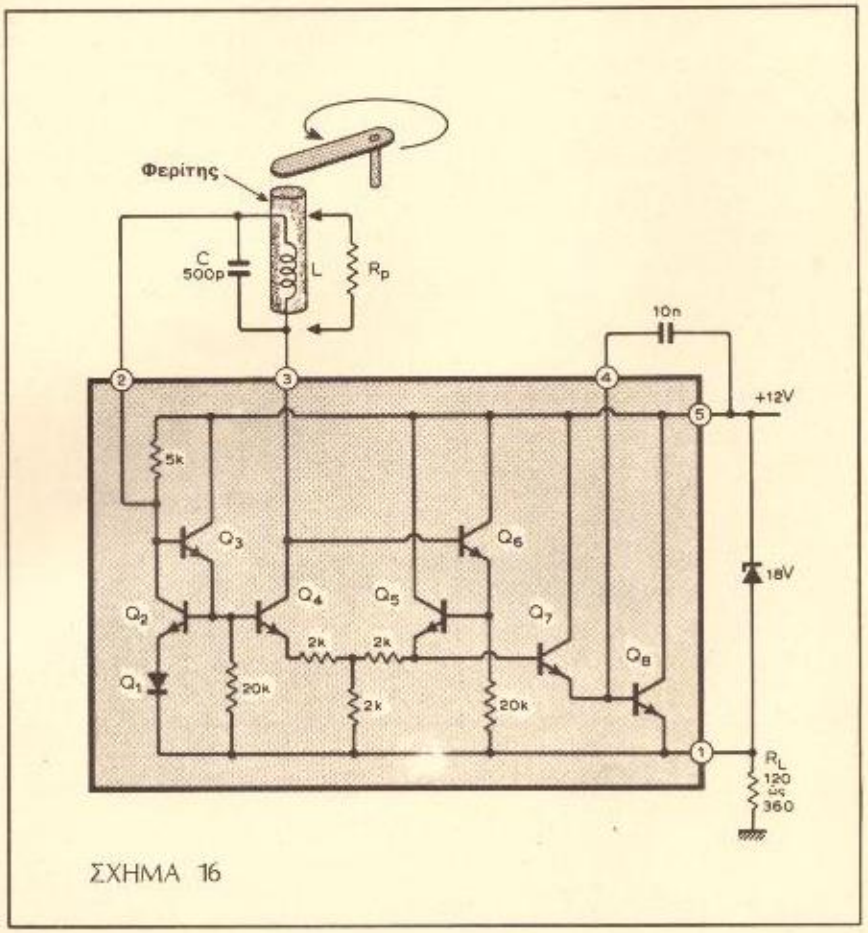
ΣΧΗΜΑ 14

γνῆτες περνοῦν ἕνας-ἕνας μπροστά ἀπό τόν πυρήνα ἑνός πηνίου καί μεταβάλλουν τή μαγνητική του ροή. Σέ κάθε μεταβολή τῆς μαγνητικῆς ροῆς ἀναπτύσσεται μιά τάση V_s στά ἄκρα τοῦ πηνίου, ἡ ὁποία ἐφαρμόζεται σ' ἕνα κατάλληλο κύκλωμα πού παράγει τό σπινθήρα στά μπουζί.

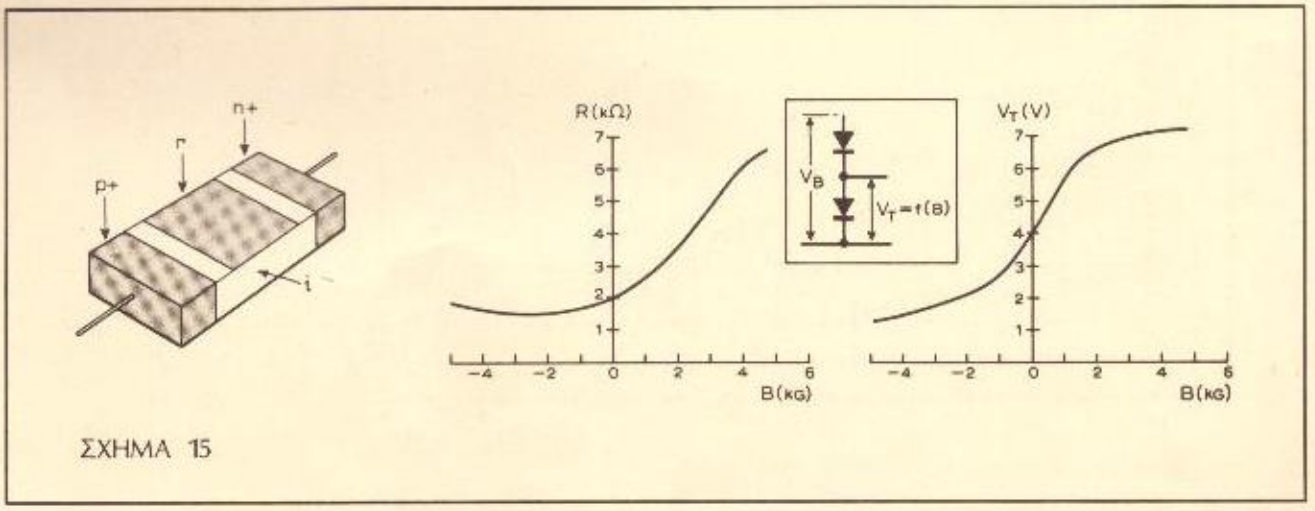
Μειονέκτημα τῆς μαγνητικῆς μεθόδου εἶναι ὅτι τό πλάτος τῆς τάσεως ἐξόδου (V_s) ἐξαρτᾶται ἀπό τήν ταχύτητα περιστροφῆς καί, μάλιστα, σέ πολύ χαμηλή ταχύτητα ἡ τάση αὐτή εἶναι πρακτικῶς ἀνύπαρκτη. Τοῦτο, βέβαια, εἶναι ἕνα σοβαρό μειονέκτημα, ἀλλά δέν κάνει τή μέθοδο ἀνεφάρμοστη στήν πράξη, ἄν τό κύκλωμα στό ὁποῖο θά ἐφαρμοστεῖ ἡ τάση V_s εἶναι κατάλληλα σχεδιασμένο. Τέτοιο εἶναι τό κύκλωμα τοῦ Σχ. 14. Τό πηνίο συνδέεται στήν εἴσοδο τοῦ κυκλώματος.

Τό παραπάνω μειονέκτημα μπορεῖ νά ἐξαλειφθεῖ μέ τή χρησιμοποίηση ἑνός ἐξαρτήματος πού ἡ ἀντίστασή του νά ἐξαρτᾶται ἀπό τό μαγνητικό πεδίο. Χρησιμοποιεῖται λοιπόν, μιά δίοδος PIN (Σχ. 15), ἡ ὁποία διαθέτει μιά ζώνη ἐπανασυνδέσεως τῶν φορέων. Στή ζώνη αὐτή κατευθύνει τούς φορεῖς τό ἐφαρμοζόμενο μαγνητικό πεδίο. Ἡ ἀντίσταση τῆς διόδου PIN αὐξάνεται, ὅταν αὐξάνεται ἡ ἔνταση τοῦ πεδίου. Τό ἐξάρτημα αὐτό τό κατασκευάζει ἡ Siemens χρησιμοποιώντας γερμάνιο. Γιά τή συγκεκριμένη ἐφαρμογή, ὅπου ἡ θερμοκρασία λειτουργίας μπορεῖ νά ξεπεράσει τούς 100°C, καταλληλότεροι εἶναι οἱ ἡμιαγωγοί πυριτίου. Τό πρόβλημα, ὅμως, αὐτό λύνεται εὔκολα μέ τή χρησιμοποίηση δύο διόδων σέ σειρά, τοποθετημένων ἔτσι ὥστε τό μαγνητικό πεδίο νά ἐπιδρᾶ μόνο στή μία, ἡ τάση τῆς ὁποίας θά χρησιμοποιηθεῖ γιά τό συγχρονισμό.

Ἐκτός ἀπό τά προηγούμενα, ὑπάρχει καί ἕνα ἄλλο μαγνητικό σύστημα βασιζόμενο στά δινορεύματα πού δημιουργοῦνται μέσα σ' ἕνα μέταλλο ἀπό τά μεταβαλλόμενα μαγνητικά πεδία ὑψηλῆς συχνότητας. Τά ρεύματα αὐτά φορτίζουν ἕνα πηνίο, πού ἀποτελεῖ μέρος ἑνός συντονισμένου κυκλώματος LC, ἀλλάζοντας ἔτσι τόν συντελεστή ποιότητάς του (Q). Μέ βάση αὐτή τήν ἀρχή, μπορεῖ νά κατασκευαστεῖ εὐ-



ΣΧΗΜΑ 16

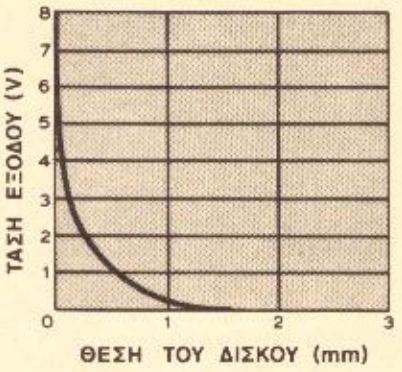


ΣΧΗΜΑ 15

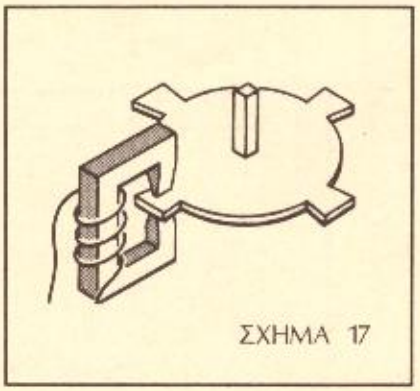
κολα ἕνα σχετικά ἁπλό κύκλωμα, πού νά ἔχει δύο ξεχωριστές καταστάσεις: ἡ μιά νά ἀντιστοιχεῖ σέ 0 (κατάσταση low), ὅταν τό πηνίο εἶναι φορτισμένο καί παρουσιάζει μικρό Q, καί ἡ ἄλλη σέ +V (κατάσταση high), ὅταν τό πηνίο εἶναι ἀφόρτιστο καί παρουσιάζει μεγάλο Q. Τέτοιο εἶναι τό κύκλωμα τοῦ Σχ. 16, πού κατασκευάστηκε στό ἐργαστήριο ἐφαρμογῶν τῆς Motorola, στή Γενεύη. Ὁ ἀντιστάτης R_P τοῦ κυκλώματος χρησιμεύει γιά τήν ἀρχική ρύθμιση τοῦ Q.

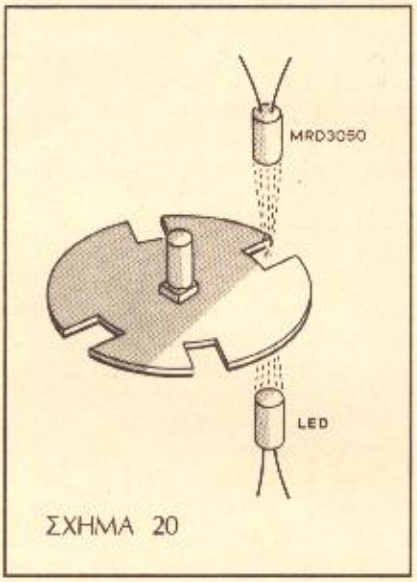
Ἡ μηχανική κατασκευή ἑνός ἀνιχνευτῆ αὐτοῦ τοῦ εἴδους γιά τετρακύλινδρους κινητῆρες φαίνεται στό Σχ. 17. Ἡ καμπύλη τοῦ Σχ. 18 δείχνει τή μεταβολή τῆς τάσεως σέ συνάρτηση μέ τή θέση τοῦ δίσκου. Ἡ ἀπότομη κλίση τῆς καμπύλης σημαίνει ὅτι μποροῦμε νά πετύχουμε διαχωριστικότητες τῆς τάξεως τοῦ ±0,25mm. Ἡ κατασκευή αὐτή δέν ἐπηρεάζεται ἀπό τίς μεταβολές τῆς θερμοκρασίας καί ἐξασφαλίζει ἀκρίβεια συγχρονισμοῦ ±1° (τάξη μεγέθους), ὅταν ὁ δίσκος τοῦ διανομέα ἔχει διάμετρο 5cm ἤ μεγαλύτερη. Τό σημαντικότερο πλεονέκτημά της εἶναι ὅτι παρουσιάζει μεγάλη ἀδιαφορία σέ ὁποιασδήποτε μορφῆς ὀλίσθηση. Τό πλῆρες ἠλεκτρονικό κύκλωμα φαίνεται στό Σχ. 19.

Ἡ ὀπτοηλεκτρονική μέθοδος χρησιμοποιεῖ τόν ἀνιχνευτή τοῦ Σχ. 20. Ἐδῶ ὑπάρχει μιά φωτεινή πηγή (LED) πού ἑστιάζει τή δέσμη της πάνω σ' ἕνα φωτοτρανζίστορ. Ὅταν περιστρέφεται ὁ δίσκος τοῦ διανομέα, ἡ φωτεινή δέσμη διακόπτεται καί ἀποκαθίσταται, μετάγοντας ἔτσι τό φωτοτρανζίστορ ἀπό τήν ἀποκοπή στήν ἀγωγιμότητα καί ἀντίστροφα. Τό σῆμα πού ἐμφανίζεται στά ἄκρα τοῦ τρανζίστορ ἐνισχύεται, ὥστε νά φτάσει σέ μιά στάθμη ἱκανή νά παράγει τόν ἀπαιτούμενο σπινθήρα στά μπουζί. Στό Σχ. 21 βλέπουμε ἕνα κύκλωμα πού χρησιμοποιεῖται σ' αὐτή τήν ἐφαρμογή. Ἐπειδή τό

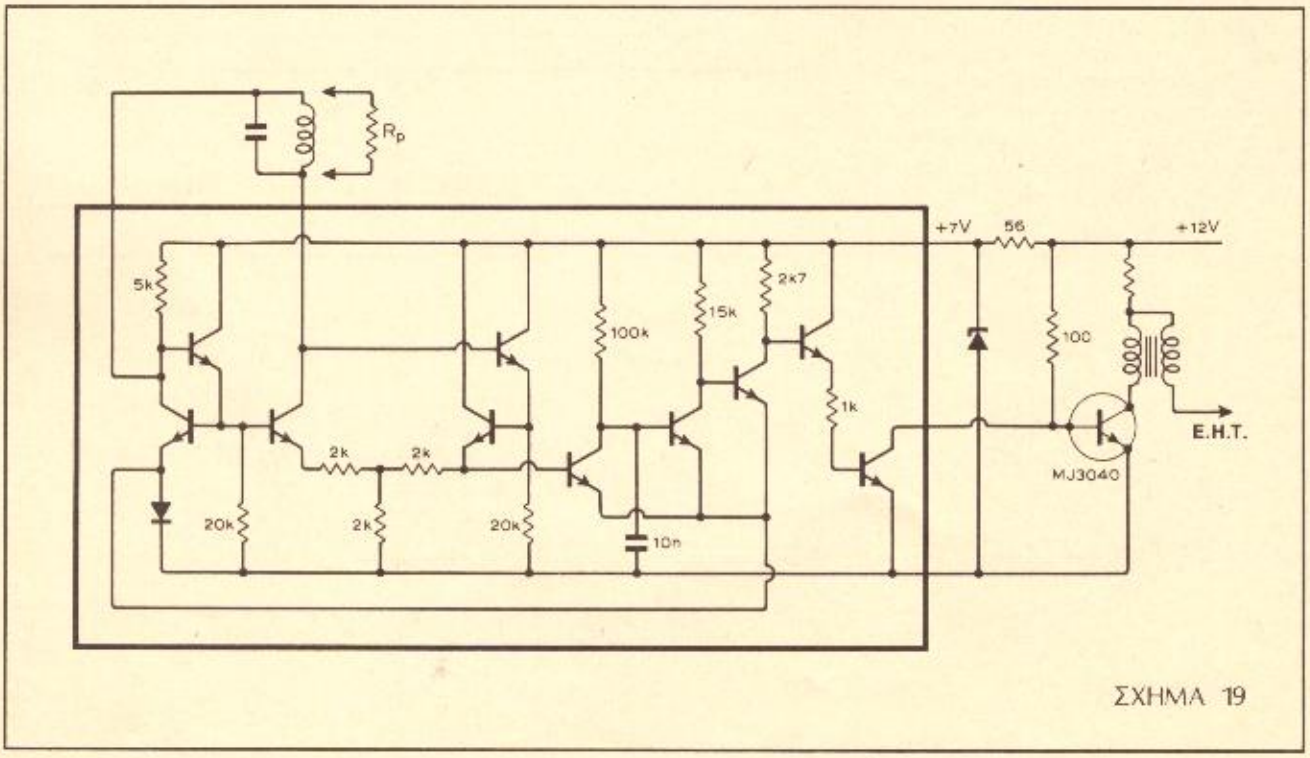


ΣΧΗΜΑ 18


ΣΧΗΜΑ 17



ΣΧΗΜΑ 20



ΣΧΗΜΑ 19

ΔΙΑΙΡΕΣΗ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ

Μέρος πρῶτο

Τό σημερινό θέμα τῆς στήλης εἶναι ἡ διαίρεση συχνότητας τῶν τετραγωνικῶν παλμῶν, καί συγκεκριμένα ἡ σχεδίαση τῶν κυκλωμάτων πού πραγματοποιοῦν αὐτή τή λειτουργία.

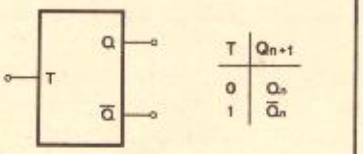
Ἡ διαίρεση συχνότητας χρειάζεται σέ πολλές ἐφαρμογές καί μπορεῖ νά πραγματοποιηθεῖ μέ διάφορα κυκλώματα. Ἐκεῖνα ὅμως πού ἐξασφαλίζουν τή μεγαλύτερη ἀκρίβεια εἶναι τά ψηφιακά.

Τό βασικό στοιχεῖο τῶν ψηφιακῶν διαιρετῶν εἶναι τό φλίπ-φλόπ, γιά τό ὁποῖο θά κάνουμε μιά σύντομη περιγραφή, ἀναφέροντας τά διάφορα εἴδη του καί τίς λειτουργίες τους. Τά φλίπ-φλόπ πού θά χρησιμοποιήσουμε ἀποτελοῦν αὐτοδύναμες μονάδες κατασκευασμένες σέ ὁλοκληρωμένα κυκλώματα TTL ἤ CMOS.

ΦΛΙΠ–ΦΛΟΠ

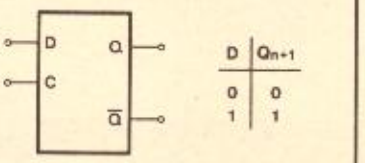
Τά φλίπ-φλόπ εἶναι κυκλώματα πού μποροῦν νά πάρουν δύο σταθερές καταστάσεις (0 καί 1). Συνήθως διαθέτουν δύο ἐξόδους (τήν Q καί τή συμπληρωματική της $\overline{Q}$) καί μιά ἤ περισσότερες εἰσόδους. Ἕνα φλίπ-φλόπ λέμε ὅτι βρίσκεται στήν κατάσταση 1 (ἤ εἶναι set), ὅταν Q=1, καί στήν κατάσταση 0 (ἤ εἶναι reset), ὅταν Q=0. Ἡ κατάσταση ἑνός φλίπ-φλόπ ὁρίζεται ἀπό τίς λογικές καταστάσεις πού ἐφαρμόζονται στίς εἰσόδους του καί γιά νά ἀλλάξει, πρέπει νά ἀλλάξουν οἱ καταστάσεις αὐτές.

Στά φλίπ-φλόπ χρησιμοποιοῦνται διάφορα εἴδη εἰσόδων, ὅπως οἱ εἴσοδοι δεδομένων, ἡ εἴσοδος χρονισμοῦ καί οἱ εἴσοδοι ἐλέγχου. Ἄλλα φλίπ-φλόπ διαθέτουν ὅλες τίς παραπάνω εἰσόδους καί ἄλλα μόνο μερικές.



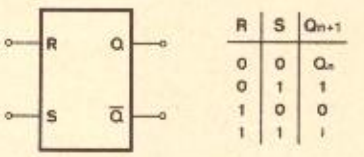
T	Q_{n+1}
0	Q_n
1	$\overline{Q}_n$

ΣΧΗΜΑ 1



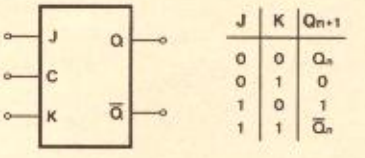
D	Q_{n+1}
0	0
1	1

ΣΧΗΜΑ 2



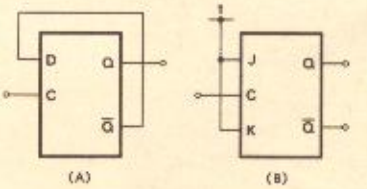
R	S	Q_{n+1}
0	0	Q_n
0	1	1
1	0	0
1	1	?

ΣΧΗΜΑ 3



J	K	Q_{n+1}
0	0	Q_n
0	1	0
1	0	1
1	1	$\overline{Q}_n$

ΣΧΗΜΑ 4



ΣΧΗΜΑ 5

Στίς εἰσόδους δεδομένων ἐφαρμόζονται οἱ λογικές καταστάσεις (τά δεδομένα) πού ὁρίζουν τήν κατάσταση τοῦ φλίπ-φλόπ, ἐνῶ στήν εἴσοδο χρονισμοῦ (clock) ἐφαρμόζεται ὁ παλμός πού ἀλλάζει τήν κατάσταση τοῦ φλίπ-φλόπ. Ἡ ἀλλαγή τῆς καταστάσεως τοῦ φλίπ-φλόπ γίνεται ταυτόχρονα μέ τήν ἐφαρμογή τοῦ παλμοῦ χρονισμοῦ καί στήν περίπτωση αὐτή οἱ εἴσοδοι δεδομένων ὀνομάζονται σύγχρονες. Τά φλίπ-φλόπ πού δέν διαθέτουν εἴσοδο χρονισμοῦ ἀλλάζουν κατάσταση μέ ἀλλαγή τῶν καταστάσεων στίς εἰσόδους δεδομένων, οἱ ὁποῖες, στήν προκειμένη περίπτωση, ὀνομάζονται ἀσύγχρονες.

Τά φλίπ-φλόπ μπορεῖ ἀκόμη νά διαθέτουν δύο εἰσόδους ἐλέγχου, τίς set (ἤ preset) καί reset (ἤ clear), οἱ ὁποῖες εἶναι ἀνεξάρτητες ἀπό τήν εἴσοδο χρονισμοῦ καί δραστηριοποιοῦνται μέ μιά ἀπό τίς δύο λογικές καταστάσεις. Ὅταν δραστηριοποιηθοῦν, ἀναχαιτίζουν ὅλες τίς ἄλλες λειτουργίες καί τοποθετοῦν μόνιμα τό φλίπ-φλόπ σέ μιά κατάσταση. Ἡ εἴσοδος set τοποθετεῖ τό φλίπ-φλόπ στήν κατάσταση 1 καί ἡ reset στήν 0.

Ἀνάλογα μέ τίς εἰσόδους καί τόν τρόπο μέ τόν ὁποῖο διεγείρονται τά φλίπ-φλόπ χωρίζονται σέ διάφορα εἴδη μερικά ἀπό τά ὁποῖα ἀναφέρουμε παρακάτω.

Τ φλίπ-φλόπ. Τό T (Toggle) εἶναι τό πιό ἁπλό εἶδος φλίπ-φλόπ. Τό κυκλωματικό του σύμβολο καί ὁ πίνακας ἀληθείας φαίνονται στό Σχ. 1.

Ἡ κατάσταση τοῦ T φλίπ-φλόπ ἀλλάζει μιά φορά κάθε δύο ἀλλαγές τῆς καταστάσεως εἰσόδου. Μ' ἄλλα λόγια, χρειάζεται δυό παλμούς εἰσόδου γιά νά δώσει ἕναν παλμό ἐξόδου, πρᾶγμα πού σημαίνει ὅτι

διαιρεῖ διά 2 τή συχνότητα τῶν παλμῶν εἰσόδου.

Στόν πίνακα ἀληθείας συμβολίζουμε μέ Q_n τήν κατάσταση τοῦ φλίπ-φλόπ πρίν ἀπό τήν ἐφαρμογή τοῦ παλμοῦ στήν εἴσοδο T καί μέ Q_{n+1} τήν κατάσταση πού θά πάρει ἅμα ἐφαρμοστεῖ ὁ παλμός. Ὅπως βλέπουμε, μέ T=0 τό φλίπ-φλόπ διατηρεῖ τήν κατάστασή του, ἐνῶ μέ T=1 ἀνατρέπεται (παίρνει κατάσταση ἀντίθετη ἀπό ἐκείνη πού εἶχε τήν προηγούμενη χρονική στιγμή).

D φλίπ-φλόπ. Τό κυκλωματικό σύμβολο καί ὁ πίνακας ἀληθείας ἑνός D φλίπ-φλόπ μέ εἰσόδους D (Data ἤ Delay) καί C (Clock) φαίνονται στό Σχ. 2. Τό φλίπ-φλόπ αὐτό παίρνει πάντα τήν κατάσταση πού ἐφαρμόζεται στήν εἴσοδό του D. Φυσικά, γιά νά ἐμφανιστεῖ ἡ κατάσταση ἐξόδου, πρέπει προηγουμένως νά ἐφαρμοστεῖ ὁ παλμός χρονισμοῦ στήν εἴσοδο C.

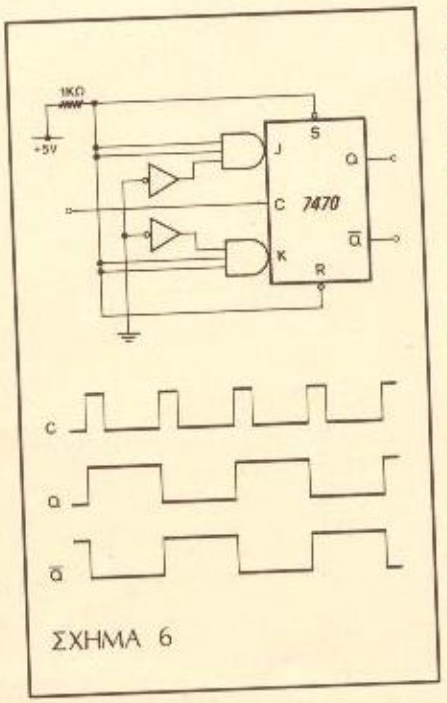
R-S φλίπ-φλόπ. Τό R-S φλίπ-φλόπ διαθέτει δυό εἰσόδους δεδομένων (τίς R καί S) καί στήν ἁπλούστερή του μορφή ἀποτελεῖται ἀπό δύο πύλες NOR χιαστί συνδεσμολογημένες. Ὁ πίνακας ἀληθείας πού περιγράφει τή λειτουργία ἑνός R-S φλίπ-φλόπ κατασκευασμένου μέ πύλες NOR καί τό κυκλωματικό του σύμβολο φαίνονται στό Σχ. 3. Ὅπως βλέπουμε, ἀπό τούς τέσσερις συνδυασμούς εἰσόδου μόνο οἱ τρεῖς πρῶτοι δίνουν συγκεκριμένες καταστάσεις ἐξόδου, ἐνῶ στόν τέταρτο ἡ κατάσταση τοῦ φλίπ-φλόπ εἶναι ἀπροσδιόριστη. Τό φλίπ-φλόπ αὐτό μπορεῖ νά κατασκευαστεῖ καί μέ πύλες NAND. Στήν περίπτωση αὐτή χαρακτηρίζεται σάν $\overline{R}$-$\overline{S}$ φλίπ-φλόπ, παρουσιάζει ἀπροσδιόριστη κατάσταση ὅταν $\overline{R}=\overline{S}=0$ καί διατηρεῖται στήν κατάσταση πού βρισκόταν τήν προηγούμενη χρονική στιγμή ὅταν $\overline{R}=\overline{S}=1$.

J-K φλίπ-φλόπ. Τό J-K φλίπ-φλόπ εἶναι ἀπαλλαγμένο ἀπό τήν ἀπροσδιόριστη κατάσταση πού παρουσιάζει τό R-S φλίπ-φλόπ. Ὁποιοσδήποτε συνδυασμός καταστάσεων κι' ἄν ἐφαρμοστεῖ στίς εἰσόδους δεδομένων J καί K (βλέπε κυκλωματικό σύμβολο στό Σχ. 4), τό J-K φλίπ-φλόπ θά παρουσιάσει μιά εὐδιάκριτη κατάσταση στήν ἔξοδό του. Ὅπως βλέπουμε καί ἀπό τόν παρατιθέμενο πίνακα ἀληθείας, τό J-K φλίπ-φλόπ δέν ἀλλάζει κατάσταση ὅταν J=K=0, μηδενίζεται (γίνεται reset) ὅταν J=0, K=1, παίρνει τήν κατάσταση 1 (γίνεται set) ὅταν J=1, K=0 καί παίρνει κατάσταση ἀντίθετη ἀπό ἐκείνη πού εἶχε τήν προηγούμενη χρονική στιγμή ὅταν J=K=1.

Μετατροπή D καί J-K φλίπ-φλόπ σέ T. Τό T φλίπ-φλόπ δέν ὑπάρχει σάν αὐτοδύναμη μονάδα στίς σύγχρονες οἰκογένειες τῶν ψηφιακῶν ὁλοκληρωμένων κυκλωμάτων (TTL καί CMOS), ἀλλά σχηματίζεται μέ κατάλληλη συνδεσμολογία τῶν D καί J-K φλίπ-φλόπ.

Γιά νά μετατρέψουμε ἕνα D φλίπ-φλόπ σέ T δέν ἔχουμε παρά νά συνδέσουμε τήν εἴσοδο D στήν ἔξοδο $\overline{Q}$ (Σχ. 5A). Ἔτσι, σέ κάθε παλμό χρονισμοῦ, στήν εἴσοδο D θά ἐφαρμόζεται τό συμπλήρωμα τῆς ἐξόδου καί τό φλίπ-φλόπ θά ἀλλάζει κατάσταση μιά φορά κατά τή διάρκεια ἑνός κύκλου τοῦ παλμοῦ χρονισμοῦ.

Τά ἴδια ἀκριβῶς ἀποτελέσματα ἐπιτυγχάνονται ἄν μετατρέψουμε τό J-K σέ T φλίπ-φλόπ. Γιά τόν σκοπό αὐτόν ἀρκεῖ νά ἐφαρμόσουμε μόνιμα στίς εἰσόδους J καί K τή λογική κατάσταση 1 (Σχ. 5B), ἐκμεταλλευόμενοι ἔτσι τόν τελευταῖο συνδυασμό τοῦ ἀντίστοιχου πίνακα ἀληθείας.



ΣΧΗΜΑ 6

ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΔΙΑΙΡΕΣΕΩΣ ΔΙΑ ΔΥΟ

Ὅπως εἴπαμε καί προηγουμένως, τό T φλίπ-φλόπ κάνει ὑποδιπλασιασμό συχνότητας καί μπορεῖ νά πραγματοποιηθεῖ μέ κατάλληλη συνδεσμολογία τῶν D καί J-K φλίπ-φλόπ. Στή συνέχεια θά δοῦμε μερικά πρακτικά κυκλώματα διαιρέσεως συχνότητας διά 2.

Ἄς πάρουμε γιά παράδειγμα τό ὁλοκληρωμένο κύκλωμα 7470 (TTL), τό ὁποῖο περιέχει ἕνα J-K φλίπ-φλόπ. Τό φλίπ-φλόπ ἔχει εἴσοδο χρονισμοῦ, δύο εἰσόδους δεδομένων καί δύο εἰσόδους ἐλέγχου. Σέ κάθε εἴσοδο δεδομένων συνδέεται ἐσωτερικά μιά πύλη AND. Οἱ εἰσόδοι ἐλέγχου (R καί S) δραστηριοποιοῦνται μέ λογικό 0. Προκειμένου, λοιπόν, νά χρησιμοποιήσουμε τό 7470 σάν T φλίπ-φλόπ, πρέπει νά συνδέσουμε τίς εἰσόδους τῶν AND κατά τέτοιον τρόπο, ὥστε στίς εἰσόδους J καί K τοῦ φλίπ-φλόπ νά ἐφαρμόζεται λογικό 1, καί νά ἀδρανοποιήσουμε τίς εἰσόδους ἐλέγχου συνδέοντάς τες ἐπίσης στό λογικό 1.

Ἡ εἴσοδος C διεγείρεται μέ τό θετικό μέτωπο τῶν παλμῶν καί σέ κάθε διέγερση ἀλλάζει τήν κατάσταση τοῦ φλίπ-φλόπ. Ἡ ἰδιότητα αὐτή εἶναι χαρακτηριστική γιά τά κυκλώματα διαιρέσεως διά 2 καί μᾶς ἐπιτρέπει νά ἐπιτύχουμε παλμούς μέ DC (Duty Cycle: λόγος διάρκειας πρός περίοδο) 50% ἀκριβῶς.

Ἡ συνδεσμολογία τοῦ 7470 σάν T φλίπ-φλόπ καί οἱ κυματομορφές εἰσόδου-ἐξόδου, σέ μιά ἐφαρμογή ὅπου οἱ παλμοί εἰσόδου ἔχουν DC 25%, φαίνονται στό Σχ. 6. Ἄν θέλουμε τό φλίπ-φλόπ νά πάρει τήν κατάσταση 1 ἤ 0 μετά τόν πρῶτο παλμό χρονισμοῦ, μποροῦμε νά χρησιμοποιήσουμε μιά ἀπό τίς εἰσόδους J, K (βλ. Σχ. 4). Μποροῦμε ἐπίσης νά χρησιμοποιήσουμε τίς εἰσόδους R, S γιά νά φέρουμε τό φλίπ-φλόπ στήν κατάσταση 1 ἤ 0 ἀσύγχρονα μέ τήν εἴσοδο C, νά τοῦ ἐπιβάλουμε δηλαδή μιά ἀπό αὐτές τίς δυό κατα-

στάσεις κάποια χρονική στιγμή ἀνεξάρτητα μέ τήν ἐξέλιξη τοῦ παλμοῦ χρονισμοῦ.

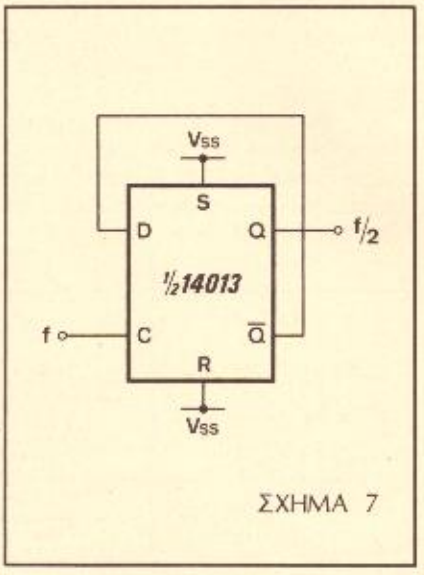
Αὐτά ὅσον ἀφορᾶ τήν σύνθεση τοῦ λογικοῦ κυκλώματος. Στήν προκειμένη περίπτωση, μάλιστα, ἡ σύνθεση περιορίζεται στό νά κάνουμε τίς ἐξωτερικές συνδέσεις τοῦ ὁλοκληρωμένου κυκλώματος, πού θά ἐξασφαλίσουν στίς εἰσόδους του τίς προβλεπόμενες λογικές καταστάσεις. Γιά τήν πραγματοποίησή του, ὅμως, πρέπει νά λάβουμε ὑπόψη τά ἠλεκτρικά χαρακτηριστικά τοῦ ὁλοκληρωμένου κυκλώματος, ὅπως τροφοδότηση, στάθμες τάσεων πού ἀντιπροσωπεύουν τίς λογικές καταστάσεις 0 καί 1, φόρτιση εἰσόδου καί ἐξόδου, γιά τά ὁποῖα ἐπανειλημένα ἔχουμε μιλήσει σέ προηγούμενα τεύχη. Ἀλλά πέρα ἀπ' αὐτά ὑπάρχουν καί ὁρισμένα ἄλλα χαρακτηριστικά, πού ἀφοροῦν τούς χρόνους ἀποκρίσεως καί ἔχουν μεγάλη σημασία στίς ἐφαρμογές διαιρέσεως συχνότητας. Τό κυριότερο ἀπ' ὅλα εἶναι ἡ μέγιστη συχνότητα λειτουργίας, τήν ὁποία δίνουν οἱ κατασκευαστές ὁλοκληρωμένων κυκλωμάτων καί συγκεκριμένα ἐγγυῶνται μιά ἐλάχιστη τιμή. Ὁ κατασκευαστής τοῦ 7470 ἐγγυᾶται ὁμαλή λειτουργία μέχρι τούς 20MHz.

Παράλληλα μέ τή μέγιστη συχνότητα λειτουργίας πρέπει νά ἐξετάζεται ἡ διάρκεια ἤ ἡ παύση (καί συγκεκριμένα ἡ μικρότερη ἀπ' αὐτές) τῶν παλμῶν εἰσόδου, γιατί μπορεῖ μέν ἡ συχνότητα ἐπαναλήψεως τῶν παλμῶν νά εἶναι μικρότερη ἀπό τή συχνότητα λειτουργίας πού ἐγγυᾶται ὁ κατασκευαστής, ἀλλά ὁ διαιρέτης νά μή λειτουργεῖ σωστά, ἐπειδή ἡ διάρκεια ἤ ἡ παύση τους θά εἶναι τόσο μικρές πού τό φλίπ-φλόπ δέν θά προλαβαίνει νά τίς «ἀντιληφθεῖ» σάν ἀλλαγή λογικῆς καταστάσεως. Γιά τό 7470, ἐπί παραδείγματι, τό λογικό 1 (διάρκεια) πρέπει νά διαρκεῖ τουλάχιστον 20nsec καί τό λογικό 0 (παύση) ὄχι λιγότερο ἀπό 30nsec.

Μεγάλη σημασία ἐπίσης ἔχουν οἱ χρόνοι ἀνυψώσεως καί πτώσεως τῶν παλμῶν. Οἱ χρόνοι αὐτοί πρέπει νά εἶναι πολύ μικροί, ὥστε τό κύκλωμα νά μήν εἶναι εὐαίσθητο στούς θορύβους. Ἄν γιά κάποιο λόγο οἱ χρόνοι ἀνυψώσεως καί πτώσεως τῶν παλμῶν ἐπιβάλλεται νά μήν εἶναι μεγαλύτεροι ἀπό μιά ὁριακή τιμή, τοῦτο θά δίνεται ἀπό τόν κατασκευαστή τοῦ ὁλοκληρωμένου κυκλώματος.

Ἕνα δεύτερο παράδειγμα ὑποδιπλασιασμοῦ συχνότητας βλέπουμε στό Σχ. 7, ὅπου χρησιμοποιεῖται τό CMOS 14013. Τό 14013 περιέχει δύο D φλίπ-φλόπ, ἀπό τά ὁποῖα χρειαζόμαστε μόνο τό ἕνα. Τό φλίπ-φλόπ αὐτό τό συνδεσμολογοῦμε σάν T, μέ τόν τρόπο πού ὑποδείξαμε πιό πάνω. Γιά νά ἀδρανοποιήσουμε τίς εἰσόδους R καί S τίς συνδέουμε στό λογικό 0 (Vss).

Ἡ μέγιστη συχνότητα λειτουργίας τῶν ὁλοκληρωμένων κυκλωμάτων CMOS ἐξαρτᾶται ἀπό τήν τάση μέ τήν ὁποία τροφοδοτοῦνται. Τό 14013 συγκεκριμένα ἔχει μέγιστη συχνότητα λειτουργίας 1,5MHz στά 5V, 3,5MHz στά 10V καί 5MHz στά 15V.



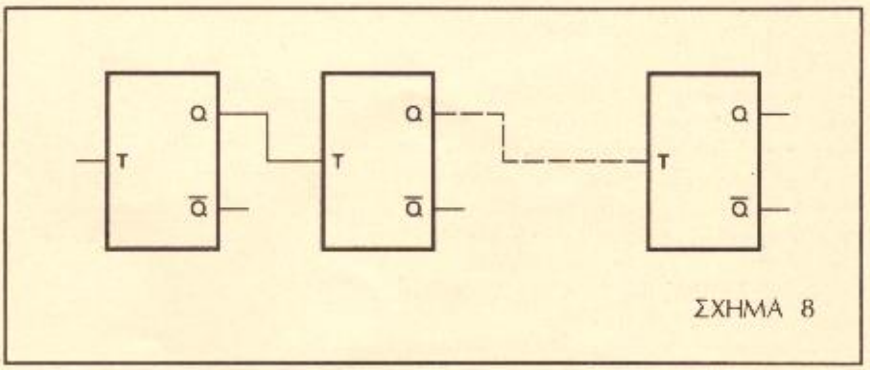
ΣΧΗΜΑ 7

ΑΣΥΓΧΡΟΝΟΙ ΔΙΑΙΡΕΤΕΣ

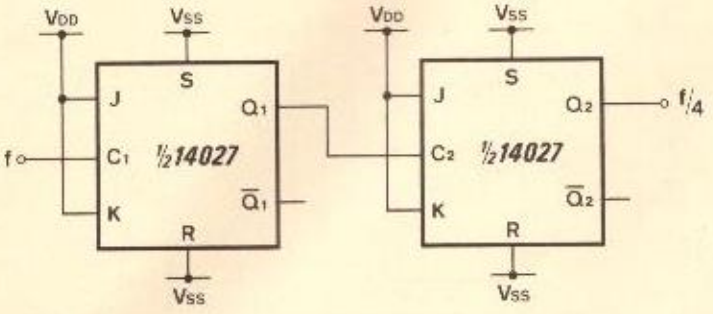
Μέχρι τώρα εἴδαμε ὅτι γιά τή διαίρεση διά 2 χρειάζεται ἕνα T φλίπ-φλόπ. Γιά μεγαλύτερες διαιρέσεις θά χρειαστοῦν περισσότερα φλίπ-φλόπ κατάλληλα συνδεσμολογημένα. Ἄν ὀνομάσουμε n τό πλῆθος τῶν φλίπ-φλόπ ἑνός κυκλώματος, τότε τό κύκλωμα αὐτό μπορεῖ νά κάνει διαίρεση διά 2^n. Ἔτσι, ἄν τό κύκλωμα ἔχει ἕνα φλίπ-φλόπ, θά κάνει διαίρεση διά $2^1=2$, ἄν ἔχει δύο, θά κάνει διαίρεση διά $2^2=4$ κ.ο.κ.

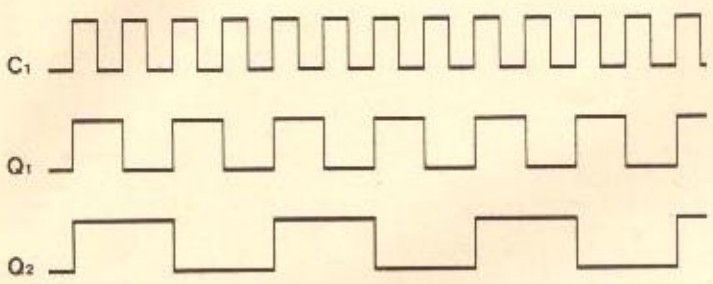
Τά κυκλώματα αὐτά ὀνομάζονται διαιρέτες συχνότητας ἤ ἀταριθμητές (counters) παλμῶν ἀνάλογα μέ τό σκοπό πού ἐξυπηρετοῦν. Ἡ μοναδική διαφορά ἑνός διαιρέτη ἀπό ἕναν ἀπαριθμητή εἶναι ὅτι ὁ πρῶτος ἔχει ἔξοδο τήν ἔξοδο τοῦ τελευταίου φλίπ-φλόπ, ἐνῶ ὁ δεύτερος χρησιμοποιεῖ τίς ἐξόδους ὅλων ἤ μερικῶν φλίπ-φλόπ.

Ὁ πιό ἁπλός ἀπαριθμητής εἶναι ὁ ripple counter, πού ἀποτελεῖται ἀπό μιά σειρά T φλίπ-φλόπ. Τά φλίπ-φλόπ συνδέονται ἔτσι ὥστε ἡ ἔξοδος τοῦ ἑνός νά διεγείρει τήν εἴσοδο τοῦ ἑπόμενού του (Σχ. 8). Οἱ ἀπαριθμητές αὐτοῦ τοῦ εἴδους εἶναι ἀσύγχρονοι, δηλαδή τά φλίπ-φλόπ τους δέν ἀλλάζουν κατάσταση ὅλα μαζί, ὅταν ἐφαρμοστεῖ ὁ παλμός εἰσόδου, ἀλλά τό ἕνα μετά τό ἄλλο. Ὁ χρόνος πού μεσολαβεῖ ἀπό τή στιγμή πού θά ἐφαρμοστεῖ τό μέτωπο τοῦ παλμοῦ εἰσόδου, ὥσπου νά ἀλλάξει κατάσταση καί τό τελευταῖο φλίπ-φλόπ, εἶναι ἴσος μέ τόν ἀριθμό τῶν φλίπ-

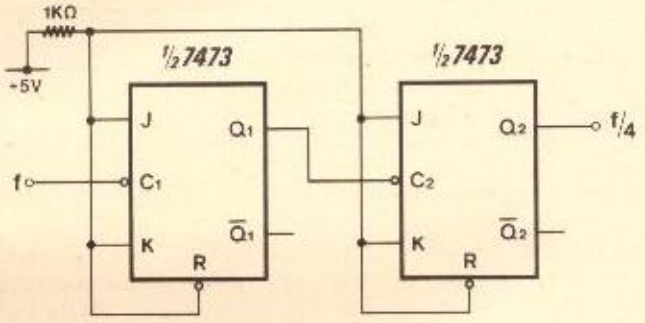


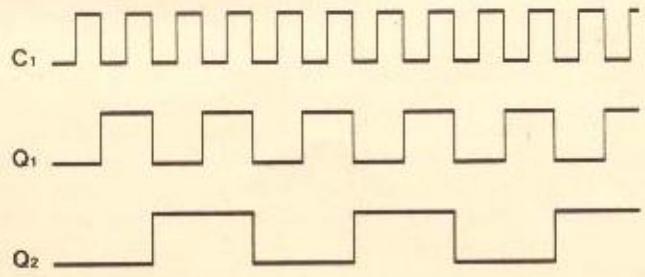
ΣΧΗΜΑ 8





ΣΧΗΜΑ 9





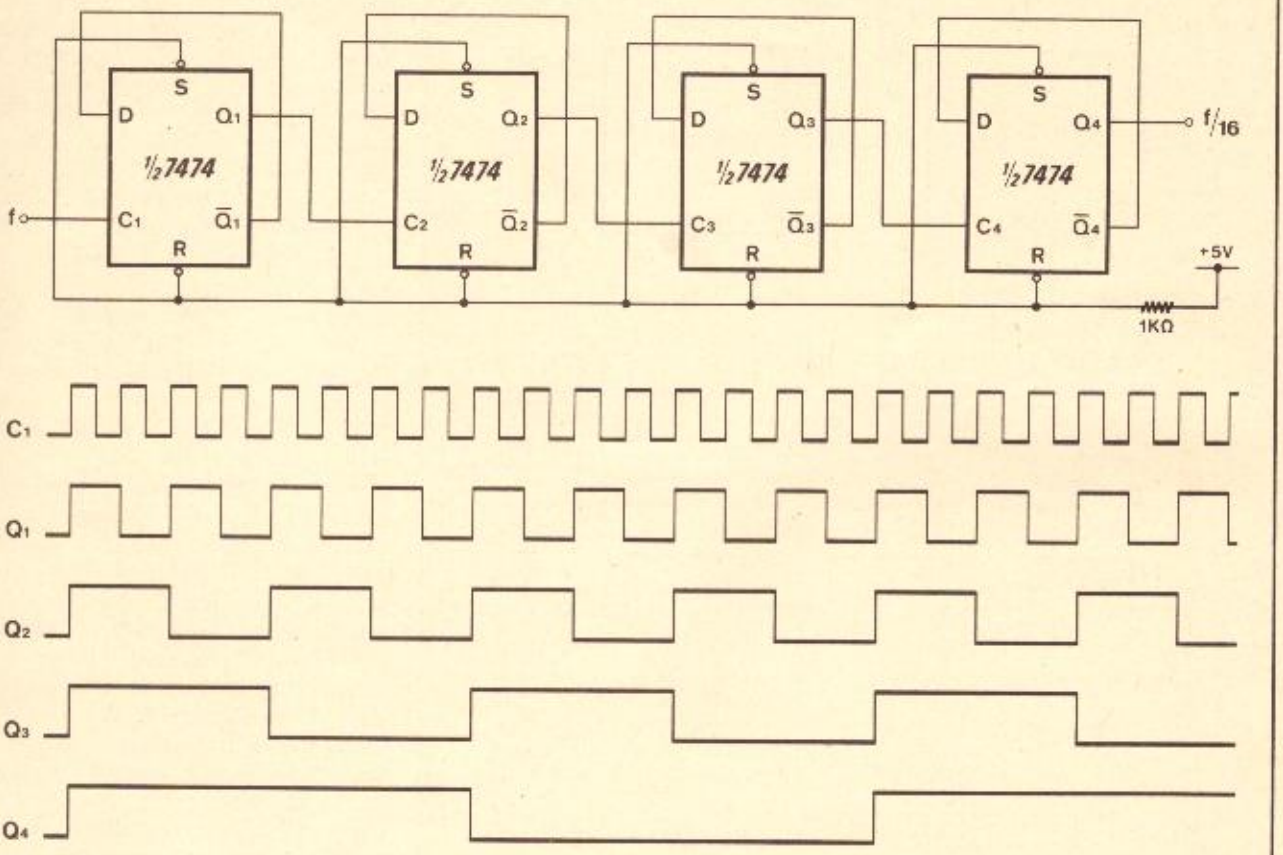
ΣΧΗΜΑ 10

φλόπ πολλαπλασιασμένο ἐπί τήν καθυστέρηση μεταδόσεως (propagation delay) εἰσόδου-ἐξόδου τοῦ ἑνός φλίπ-φλόπ. Ἔτσι, ἄν ἕνας ἀπαριθμητής ἔχει τρία φλίπ-φλόπ, τό τελευταῖο δέν θά ἀλλάξει κατάσταση (ὅταν πρόκειται βέβαια νά ἀλλάξει) μόλις ἐφαρμοστεῖ τό μέτωπο τοῦ παλμοῦ στήν εἴσοδο τοῦ πρώτου, ἀλλά μετά ἀπό ἕνα χρονικό διάστημα ἴσο μέ τό τριπλάσιο τῆς καθυστερήσεως μεταδόσεως. Ἐξαιτίας τῆς καθυστερήσεως μεταδόσεως, ἡ μέγιστη συχνότητα λειτουργίας τῶν ἀσύγχρονων ἀπαριθμητῶν εἶναι πάντα μικρότερη ἀπό τήν ἀντίστοιχη συχνότητα τῶν φλίπ-φλόπ πού περιέχουν.

Τό μέγιστο μῆκος ἀπαριθμήσεως ἑνός ἀπαριθμητῆ (συνεπῶς καί ἡ μέγιστη διαίρεση συχνότητας πού μπορεῖ νά κάνει, ὅταν χρησιμοποιεῖται σάν διαιρέτης) ὀνομάζεται modulo. Τούς διαιρέτες συχνότητας μποροῦμε νά τούς συνθέσουμε μόνοι μας, χρησιμοποιώντας τόν ἀνάλογο ἀριθμό φλίπ-φλόπ, ἤ νά τούς βροῦμε ἕτοιμους στούς διάφορους ἀπαριθμητές πού κατασκευάζουν οἱ ἑταιρίες σέ ὁλοκληρωμένα κυκλώματα. Στή συνέχεια θά δοῦμε μερικά παραδείγματα συνθέσεως ἀσύγχρονων διαιρετῶν μέ φλίπ-φλόπ, καθώς καί τή χρησιμοποίηση ὁρισμένων ἀπαριθμητῶν στή διαίρεση συχνότητας. Τούς ἀσύγχρονους διαιρέτες τούς ἔχουμε χωρίσει σέ δύο κατηγορίες· στούς δυαδικούς καί στούς μή δυαδικούς.

Δυαδικοί διαιρέτες. Δυαδικούς λέμε τούς διαιρέτες πού τό modulo τους εἶναι ἀκέραια δύναμη τοῦ 2. Ἀνάλογα μέ τή μέγιστη διαίρεση πού μποροῦν νά κάνουν (ἀνάλογα δηλαδή μέ τό πλῆθος τῶν φλίπ-φλόπ πού περιέχουν) διακρίνονται σέ δυαδικούς τῶν 2 bits (δύο φλίπ-φλόπ, modulo $2^2=4$), τῶν 3 bits (τρία φλίπ-φλόπ, modulo $2^3=8$), τῶν 4 bits (τέσσερα φλίπ-φλόπ, modulo $2^4=16$) κ.ο.κ.

Ἡ σύνθεση ἀσύγχρονων δυαδικῶν διαιρετῶν μέ τή χρησιμοποίηση φλίπ-φλόπ εἶναι εὔκολη, ὅταν τό modulo τους εἶναι μικρό. Ἄς πάρουμε γιά παράδειγμα τό διαιρέτη διά 4 τοῦ Σχ. 9, πού χρησιμοποιεῖ τά δύο J-K φλίπ-φλόπ τοῦ ὁλοκληρωμένου κυκλώματος 14027



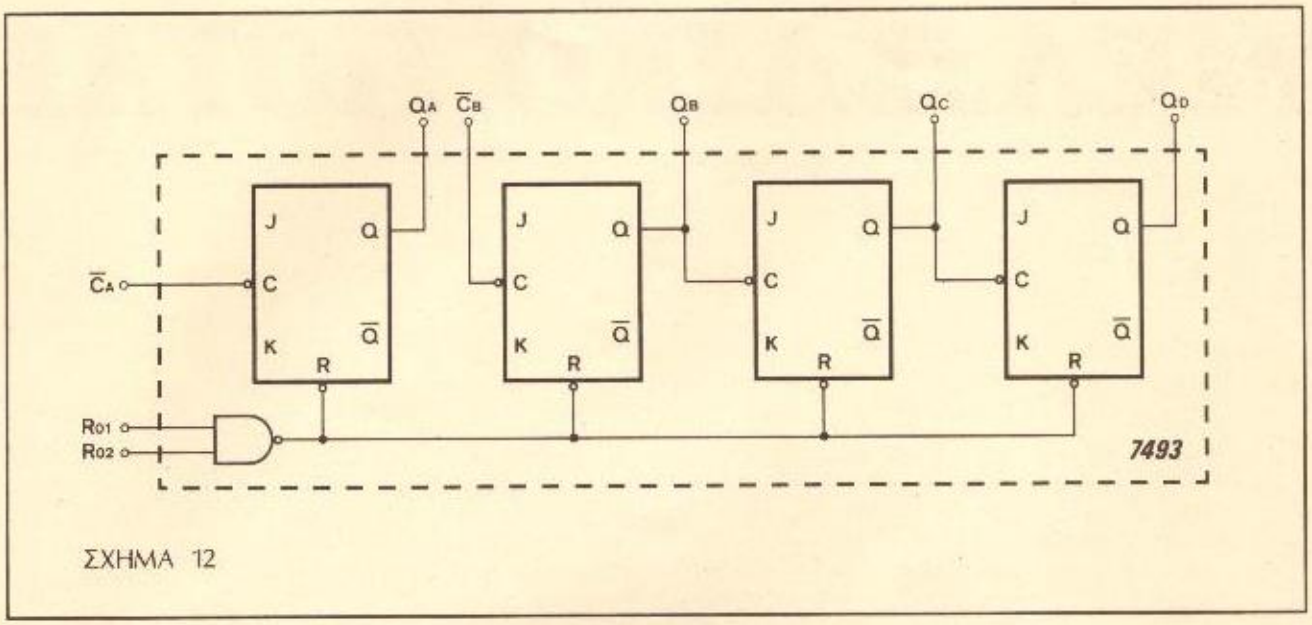
ΣΧΗΜΑ 11

(CMOS). Τά J-K φλίπ-φλόπ ἔχουν συνδεσμολογηθεῖ σάν T, ὥστε τό καθένα νά κάνει διαίρεση διά 2, καί διεγείρονται μέ τό θετικό μέτωπο τῶν παλμῶν εἰσόδου. Ἑπομένως, οἱ ἀλλαγές τῶν καταστάσεων θά γίνονται κατά τή μετάβαση τοῦ παλμοῦ εἰσόδου ἀπό τό λογικό 0 στό λογικό 1.

Ἄν θέλαμε οἱ ἀλλαγές τῶν καταστάσεων νά γίνονται κατά τή μετάβαση τῶν παλμῶν εἰσόδου ἀπό τό λογικό 1 στό λογικό 0, θά ἔπρεπε νά χρησιμοποιήσουμε φλίπ-φλόπ πού νά διεγείρονται μέ τό ἀρνητικό μέτωπο. Τέτοια εἶναι τά J-K φλίπ-φλόπ τοῦ ὁλοκληρωμένου κυκλώματος 7473 (TTL). Ἄν τά συνδεσμολογήσουμε σάν T καί συνδέσουμε τήν ἔξοδο τοῦ πρώτου στήν εἴσοδο τοῦ δεύτερου, τότε τό κύκλωμα τοῦ διαιρέτη διά 4 θά ἔχει τή μορφή τοῦ Σχ. 10.

Στό Σχ. 11 βλέπουμε ἕνα διαιρέτη διά 16 πού χρησιμοποιεῖ τά D φλίπ-φλόπ τοῦ ὁλοκληρωμένου κυκλώματος 7474 (TTL). Ὅπως φαίνεται καί ἀπό τούς παρατιθέμενους παλμούς, τά φλίπ-φλόπ διεγείρονται μέ τό θετικό μέτωπο καί τό καθένα ὑποδιπλασιάζει τή συχνότητα εἰσόδου του. Γιά νά ἀδρανοποιηθοῦν οἱ εἴσοδοι R (Reset) καί S (Set) συνδέονται στό λογικό 1.

Ὁπωσδήποτε, οἱ διαιρέτες τῶν Σχ. 9, 10 καί 11 δέν εἶναι οἱ μοναδικές λύσεις γιά τίς συγκεκριμένες ἐφαρμογές, ἀλλά ἁπλῶς ἀποτελοῦν τρία τυπικά παραδείγματα. Μέ τόν ἴδιο τρόπο θά μπορούσαμε νά σχεδιάσουμε καί ἄλλους διαιρέτες, ἴδιους, μικρότερους ἤ μεγαλύτερους, χρησιμοποιώντας ὁλοκληρωμένα κυκλώματα πού περιέχουν φλίπ-φλόπ. Ἀλλά, εἰδικά γιά τούς μεγάλους διαιρέτες, θά χρειαστοῦμε πολλά ὁλοκληρωμένα κυκλώματα καί ἀρκετές ἐνδιάμεσες συνδέσεις. Τά προβλήματα αὐτά μποροῦμε νά τά ἀποφύγουμε, ἄν χρησιμοποιήσουμε τούς εἰδικούς διαιρέτες (γιά τούς ὁποίους θά μιλήσουμε στό τέλος τοῦ ἄρθρου) ἤ τούς ἀπαριθμητές πού ὑπάρχουν σέ μορφή ὁλοκληρωμένου κυκλώματος. Τέτοιος εἶναι ὁ δυαδικός ἀπαριθμητής 4 bits 7493 (TTL), ὁ ὁποῖος ὀνομάζεται καί δεκαεξαδικός



ΣΧΗΜΑ 12

Παλμοί Εισόδου C̄A	QD	QC	QB	QA
16/0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
12	1	1	0	0
13	1	1	0	1
14	1	1	1	0
15	1	1	1	1

ΣΧΗΜΑ 13

ἀπαριθμητής, γιατί μπορεῖ νά μετρήσει μέχρι τό 16. Ὅπως βλέπουμε ἀπό τό ἰσοδύναμό του κύκλωμα (Σχ. 12), ὁ 7493 ἀποτελεῖται ἀπό τέσσερα J-K φλίπ-φλόπ μέ κοινό reset (εἴσοδοι R). Τό reset δραστηριοποιεῖται μέ τήν ἐφαρμογή τῆς λογικῆς καταστάσεως 1 στίς εἰσόδους R01, R02 καί ὁδηγεῖ ὅλες τίς ἐξόδους στό λογικό 0. Οἱ εἴσοδοι J, K ὅλων τῶν φλίπ-φλόπ συνδέονται ἐσωτερικά στό λογικό 1. Ἡ ἔξοδος QA τοῦ πρώτου φλίπ-φλόπ καί ἡ εἴσοδος C̄B τοῦ δεύτερου δέν συνδέονται μεταξύ τους. Ἐσωτερική σύνδεση ὑπάρχει μεταξύ τῆς ἐξόδου τοῦ δεύτερου καί τῆς εἰσόδου τοῦ τρίτου, καθώς καί μεταξύ τῆς ἐξόδου τοῦ τρίτου καί τῆς εἰσόδου τοῦ τέταρτου. Τό πρῶτο φλίπ-φλόπ κάνει διαίρεση διά 2 καί τά ὑπόλοιπα τρία διά 8. Ἡ ἀλλαγή τῶν καταστάσεων γίνεται στό ἀρνητικό μέτωπο τῶν παλμῶν εἰσόδου.

Γιά νά χρησιμοποιήσουμε τόν ἀπαριθμητή 7493 σάν διαιρέτη συχνότητας, πρέπει νά ἀδρανοποιήσουμε τό reset, συνδέοντας μιά τουλάχιστον ἀπό τίς εἰσόδους R01, R02 στό λογικό 0. Μέ τόν 7493 μποροῦμε νά κάνουμε διαίρεση διά 8, ἄν ἐφαρμόσουμε τούς παλμούς εἰσόδου στόν ἀκροδέκτη C̄B καί χρησιμοποιήσουμε σάν ἔξοδο τόν QD. Ἐπίσης μποροῦμε νά κάνουμε διαίρεση διά 16, ἄν δραχυκυκλώσουμε μεταξύ τους τούς ἀκροδέκτες QA, C̄B, ἐφαρμόσουμε τούς παλμούς στόν C̄A καί πάρουμε τήν ἔξοδο ἀπό τόν QD. Ταυτόχρονα μποροῦμε νά πάρουμε τό μισό τῆς συχνότητας εἰσόδου ἀπό τόν ἀκροδέκτη QA, τό τέταρτο ἀπό τόν QB καί τό ὄγδοο ἀπό τόν QC. Γιά τίς ἐφαρμογές αὐτοῦ τοῦ εἴδους οἱ κατασκευαστές τοῦ ὁλοκληρωμένου κυκλώματος δίνουν τή μέγιστη συχνότητα λειτουργίας, τή διάρκεια τῶν παλμῶν, τήν καθυστέρηση καί ἄλλα χαρακτηριστικά χωριστά γιά κάθε τμῆμα. Ἡ Texas Instruments π.χ. ἐγγυᾶται μέγιστη συχνότητα λειτουργίας 32MHz γιά τό πρῶτο φλίπ-φλόπ τοῦ SN7493A καί 16MHz γιά τά ὑπόλοιπα τρία πού συνθέτουν τό διαιρέτη διά 8. Ἀντί γιά τίς κυματομορφές εἰσόδου καί ἐξόδου οἱ κατασκευαστές δίνουν συνήθως τόν πίνακα ἀληθείας τῶν ὁλοκληρωμένων κυκλωμάτων πού προορίζονται νά λειτουργήσουν σάν διαιρέτες-ἀπαριθμητές, γιατί οἱ παλμοί εἰσόδου στήν συγκεκριμένη ἐφαρμογή μπορεῖ νά μήν εἶναι περιοδικοί. Ὁ πίνακας ἀληθείας τοῦ 7493 συνδεσμολογημένου σάν διαιρέτη διά 16 φαίνεται στό Σχ. 13. Ἀπ' αὐτόν βλέπουμε ὅτι στήν ἔξοδο QA ἐμφανίζεται ἕνας παλμός κάθε δύο παλμούς εἰσόδου (διαίρεση διά 2), στήν QB κάθε τέσσερις (διαίρεση διά 4), στήν QC κάθε ὀκτώ (διαίρεση διά 8) καί στήν QD κάθε δεκαέξι (διαίρεση διά 16).

ΣΤΟ ΕΠΟΜΕΝΟ: Μή δυαδικοί διαιρέτες.

«HN~11X»

ΜΕΛΩΔΙΚΟ ΠΟΥΛΙ

Πρίν ἀπό μερικά χρόνια, παρουσιάσαμε ἕνα κύκλωμα πού τό ὀνομάσαμε «ἠλεκτρονικό καναρίνι». Τό κύκλωμα αὐτό παράγει ὁρισμένα σήματα πού, ὅταν ἀποδοθοῦν ἀπό ἕνα μεγάφωνο, μοιάζουν σάν κελάηδημα καναρινιοῦ. Μερικά, ὅμως, ἀπό τά ἐξαρτήματά του ἔχουν κρίσιμες τιμές, καί ἡ παραμικρή ἀπόκλιση ἀπό τίς τιμές αὐτές ἀλλοιώνει τόσο πολύ τούς παραγόμενους ἤχους, πού κάθε ἄλλο παρά μέ κελάηδημα καναρινιοῦ μοιάζουν.

Τό κύκλωμα πού παρουσιάζουμε σήμερα δέν χρησιμοποιεῖ τέτοια ἐξαρτήματα, οὔτε βασίζεται στήν ἴδια τεχνική. Καί τό σπουδαιότερο, εἶναι ρυθμιζόμενο. Διαθέτει μιά σειρά ἀπό ρυθμιστικά, μέ τά ὁποῖα μπορεῖ κανείς νά ρυθμίσει τήν ἔνταση καί τή συχνότητα τῶν σημάτων πού παράγει, τήν ταχύτητα καί τά ὅρια μεταβολῆς τῆς συχνότητάς τους καί, γενικά, νά ἐπιτύχει πολλούς συνδυασμούς σημάτων, καθένας ἀπό τούς ὁποίους, ἀποδιδόμενος ἀπό τό μεγάφωνο, μοιάζει σάν τό τραγούδι ἑνός διαφορετικοῦ πουλιοῦ. Οἱ γνῶμες ὅσων τό ἄκουσαν δέν συμφωνοῦν. Μερικοί μᾶς εἶπαν ὅτι τό «τραγούδι» του μοιάζει ἀρκετά μέ τό τραγούδι τοῦ ἀηδονιοῦ. Ἄλλοι ὑποστήριξαν ὅτι πλησιάζει περισσότερο πρός τό καναρίνι καί ἄλλοι πάλι εἶχαν διαφορετική γνώμη. Πάντως, ἡ ἀλήθεια εἶναι ὅτι τό κύκλωμά μας εἶναι πολύ εὐέλικτο. Ἀνάλογα μέ τό πῶς θά ρυθμιστεῖ, θά ἀποδώσει κάθε φορά ἕνα διαφορετικό «τραγούδι».

Τό «τραγούδι» του ἀρχίζει μ' ἕνα σφύριγμα καί τελειώνει μ' ἕνα κελάηδημα. Καί τά δυό μαζί διαρκοῦν μερικά δευτερόλεπτα (γύρω στά 8,5). Ἡ διάρκεια τοῦ ἑνός μπορεῖ νά αὐξηθεῖ σέ βάρος τῆς διάρκειας τοῦ ἄλλου. Ἡ διάρκεια, μάλιστα, τοῦ κελαηδήματος μπορεῖ νά γίνει τόση, ὥστε νά μήν ἀκούγεται καθόλου τό σφύριγμα, χωρίς ὅμως νά ἰσχύει καί τό ἀντίστροφο.

Τό σφύριγμα καί τό κελάηδημα εἶναι δυνατό νά ἐπαναληφθοῦν μέ χαμηλότερη ἔνταση. Ἔτσι, δημιουργεῖται ἡ ἐντύπωση ὅτι ἀκοῦμε δύο πουλιά, ἀπό τά ὁποῖα τό ἕνα βρίσκεται κοντά καί τό ἄλλο κάπως μακρύτερα.

Ἀπό τή στιγμή πού θά σταματήσει τό κελάηδημα, ὥσπου νά ἀκουστεῖ πάλι τό σφύριγμα, μεσολαβεῖ ἕνας νεκρός χρόνος, ἴσος μέ τή διάρκεια τοῦ κελαηδήματος σύν τή διάρκεια τοῦ σφυρίγματος.

ΚΥΚΛΩΜΑ – ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

Τό σῆμα πού παράγει τό κελάηδημα ἀποτελεῖται ἀπό τετραγωνικούς παλμούς τοῦ αὐτοῦ πλάτους, ἀλλά διαφορετικῆς συχνότητας. Τό σῆμα πού παράγει τό σφύριγμα ἀποτελεῖται ἀπό τετραγωνικούς παλμούς διαφορετικοῦ πλάτους καί διαφορετικῆς συχνότητας. Κάθε σῆμα προέρχεται ἀπό ἕνα διαφορετικό τμῆμα τοῦ κυκλώματος. Οἱ βαθμίδες τῶν δύο τμημάτων φαίνονται στό μπλόκ διάγραμμα τοῦ Σχ. 1.

Τό τμῆμα πού παράγει τό κελάηδημα ἀποτελεῖται ἀπό τόν ταλαντωτή Τ1, τό κύκλωμα ἐλέγχου τῆς συχνότητας τοῦ Τ2, τόν ταλαντωτή Τ2 καί τό VCO (1). Τό τμῆμα πού παράγει τό σφύριγμα ἀποτελεῖται ἀπό τόν ταλαντωτή Τ3, τό VCO (2), καί τό VCA. Τά δύο τμήματα συνδέονται στό κύκλωμα ἐλέγχου, πού ὁδηγεῖ ἕναν ἐνισχυτή ἀκουστικῶν συχνοτήτων.

Τό VCO (Voltage - Controlled Oscillator) εἶναι ἕνας ταλαντωτής μεταβλητῆς συχνότητας. Ἡ συχνότητά του μεταβάλλεται ἀνάλογα μέ τίς μεταβολές τῆς τάσεως πού ἐφαρμόζεται στήν εἴσοδό του. Στήν προκειμένη περίπτωση, τό VCO δέχεται πριονωτές ἤ τριγωνικές τάσεις καί παράγει τετραγωνικούς παλμούς μεταβλητῆς συχνότητας. Ἡ συχνότητα τῶν παλμῶν ἐξόδου μεταβάλλεται σύμφωνα μέ τίς μεταβολές τῆς στιγμιαίας τιμῆς τῆς τάσεως εἰσόδου.

Οἱ πριονωτές τάσεις πού ἐφαρμόζονται στήν εἴσοδο τοῦ VCO (1) παράγονται ἀπό τόν ταλαντωτή Τ2. Ἡ συχνότητά τους εἶναι μεταβλητή καί οἱ μεταβολές της ὁρίζονται ἀπό τό κύκλωμα πού ἐλέγχει τή συχνότητα τοῦ Τ2.

Ὁ ταλαντωτής Τ1 παράγει τετραγωνικούς παλμούς καί ρυθμίζει τήν ταχύτητα μέ τήν ὁποία θά μεταβάλλεται ἡ συχνότητα τοῦ Τ2.

Ὁ ταλαντωντής Τ3 ἔχει δύο ἐξόδους: μιά γιά τετραγωνικούς καί μιά γιά τριγωνικούς παλμούς. Οἱ τετραγωνικοί παλμοί ἐφαρμόζονται στό κύκλωμα ἐλέγχου καί οἱ τριγωνικοί στό VCO (2), στήν εἴσοδο Α τοῦ VCA καί στό κύκλωμα ἐλέγχου.

Τό VCO (2) εἶναι ἴδιο μέ τό VCO (1). Οἱ τετραγωνικοί παλμοί πού παράγει ἔχουν μεταβλητή συχνότητα καί ἐφαρμόζονται στήν εἴσοδο Β τοῦ VCA.

Τό VCA (Voltage — Controlled Amplifier) εἶναι ἕνας ἐνισχυτής, ἡ

ἐνίσχυση τοῦ ὁποίου αὐξάνεται, ὅταν αὐξηθεῖ ἡ τάση πού ἐφαρμόζεται στήν εἴσοδό του A καί ἀντίστροφα.

Τό κύκλωμα ἐλέγχου ἐπιτρέπει πότε στό ἕνα καί πότε στό ἄλλο σῆμα νά ἐφαρμοστεῖ στήν εἴσοδο τοῦ ἐνισχυτῆ, ἐλέγχει τίς διάρκειες τῶν σημάτων αὐτῶν καί ἐκτελεῖ ὁρισμένες ἄλλες λειτουργίες, πού θά δοῦμε ἀργότερα.

Ἄς δοῦμε, τώρα, πῶς ἔχουν συγκροτηθεῖ καί πῶς λειτουργοῦν οἱ παραπάνω ἑβδομάδες, παρακολουθώντας τό θεωρητικό διάγραμμα τοῦ Σχ. 2.

Ταλαντωτής Τ1. Ἀποτελεῖται ἀπό τήν πύλη NOR IC1α, τόν ἀναστροφέα IC1β, τούς ἀντιστάτες R1, R2, τό ροοστάτη R3 καί τόν πυκνωτή C1. Ἡ συχνότητά του ρυθμίζεται μέ τό ροοστάτη R3 μεταξύ 0,5Hz καί 4,5Hz.

Κύκλωμα ἐλέγχου συχνότητας τοῦ Τ2. Ἐδῶ χρησιμοποιοῦνται τά ὁλοκληρωμένα κυκλώματα IC3 καί IC4.

Τό IC3 εἶναι ἕνας δεκαδικός ἀπαριθμητής. Ἀπό τίς δέκα ἐξόδους του χρησιμοποιοῦμε μόνο τίς τέσσερις πρῶτες (Q_0... Q_3). Στήν εἴσοδό του ἐφαρμόζονται οἱ τετραγωνικοί παλμοί τοῦ ταλαντωτῆ Τ1. Σέ κάθε παλμό εἰσόδου μιά ἀπό τίς ἐξόδους τοῦ ἀπαριθμητῆ ἐμφανίζει λογικό 1 καί οἱ ὑπόλοιπες λογικό 0.

Τό IC4 περιέχει τέσσερις πύλες γνωστές σάν transmission gates, γιά τίς ὁποῖες ἔχουμε μιλήσει παλιότερα (βλ. «H.N.» No 106, σελ. 38). Οἱ πύλες αὐτές ἔχουν τρεῖς ἀκροδέκτες. Ὅταν στόν ἀκροδέκτη C ἐφαρμόζεται λογικό 1, ἡ transmission gate παρουσιάζει πολύ χαμηλή ἀντίσταση μεταξύ τῶν ἀκροδεκτῶν της IN καί OUT. Ἄν στόν C ἐφαρμοστεῖ λογικό 0, τότε ἡ ἀντίσταση μεταξύ τῶν ἀκροδεκτῶν IN καί OUT εἶναι πολύ ὑψηλή.

Σέ σειρά μέ κάθε πύλη συνδέονται ἕνας σταθερός ἀντιστάτης καί ἕνας ροοστάτης (Π.χ. σέ σειρά μέ τήν IC4α συνδέονται ὁ σταθερός ἀντιστάτης R4 καί ὁ ροοστάτης R9 κλπ.) Οἱ πύλες μέ τούς ἀντίστοιχους σταθερούς ἀντιστάτες καί ροοστάτες σχηματίζουν τέσσερις παράλληλους κλάδους πού συνδέονται στούς ἀκροδέκτες 7 καί 2 τοῦ IC2.

Καθένας ἀπό τούς ἀκροδέκτες C τῶν πυλῶν συνδέεται σέ μιά ἀντίστοιχη ἔξοδο τοῦ ἀπαριθμητῆ. Ἑπομένως, ἀνά πάσα χρονική στιγμή, ἕνας ἀπό τούς τέσσερις παράλληλους κλάδους θά παρουσιάζει πολύ χαμηλή ἀντίσταση, συγκριτικά μέ τούς ἄλλους, καί ἡ ἀντίσταση αὐτή θά ἐμφανίζεται μεταξύ τῶν ἀκροδεκτῶν 7 καί 2 τοῦ IC2.

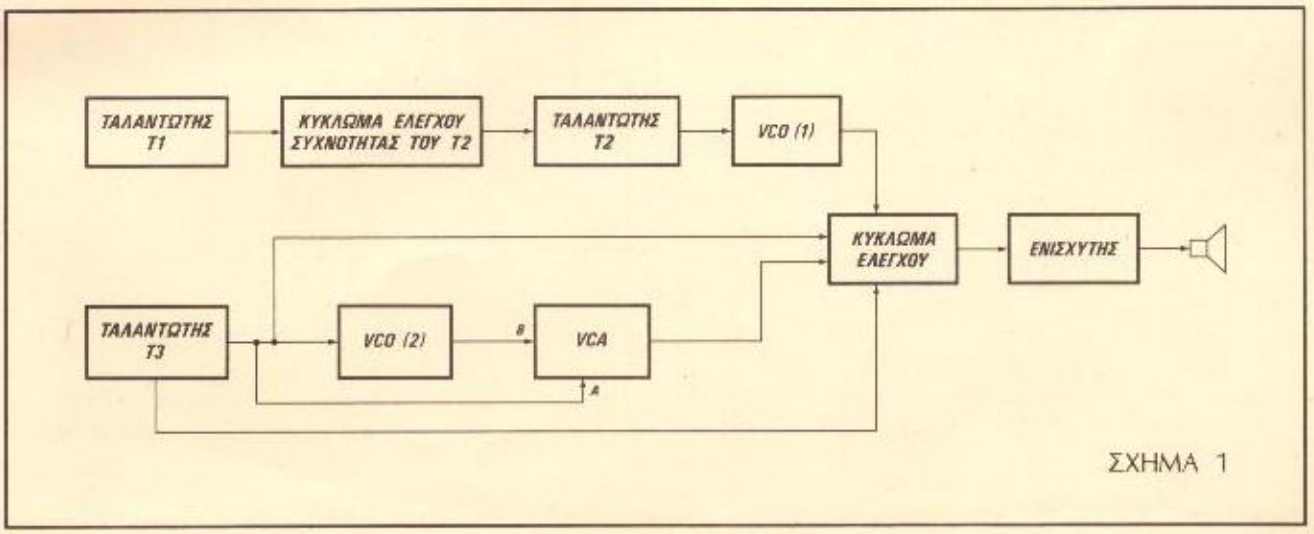
Ταλαντωτής Τ2. Χρησιμοποιεῖ τό ὁλοκληρωμένο κύκλωμα IC2, τόν ἀντιστάτη R8 καί τούς πυκνωτές C2, C3. Στούς ἀκροδέκτες 7 καί 2 τοῦ ὁλοκληρωμένου κυκλώματος συνδέονται οἱ τέσσερις παράλληλοι κλάδοι πού σχηματίζονται ἀπό τίς πύλες IC4, τούς ἀντιστάτες R4 ...R7 καί τούς ροοστάτες R9... R12. Ἡ συχνότητα τοῦ ταλαντωτῆ Τ2 ἐξαρτᾶται ἀπό τήν ἀντίσταση πού θά ἐμφανιστεῖ μεταξύ τῶν ἀκροδεκτῶν 7 καί 2 τοῦ IC2. Ἄν ρυθμίσουμε τούς ροοστάτες R9 ... R12 στήν ἴδια ἀντίσταση, τότε ἡ συχνότητα τοῦ Τ2 θά εἶναι πάντα ἡ ἴδια. Ἄν, ὅμως, ρυθμίσουμε τούς ροοστάτες αὐτούς σέ διαφορετικές ἀντιστάσεις, τότε ὁ ταλαντωτής θά παράγει τέσσερις διαφορετικές συχνότητες. Ἀνάλογα μέ τίς ἀντιστάσεις τῶν ροοστατῶν, οἱ συχνότητες τοῦ ταλαντωτῆ μποροῦν νά μεταβληθοῦν ἀπό 3Hz ὡς 19Hz. Οἱ πριονωτές τάσεις πού παράγει ὁ Τ2 ἔχουν πλάτος 3V καί οἱ στιγμιαῖες τους τιμές μεταβάλλονται ἀπό 3V ὡς 6V.

VCO (1). Χρησιμοποιεῖ τά τμήματα γ καί δ τοῦ ὁλοκληρωμένου κυκλώματος IC6 καί παράγει τίς συχνότητες πού συνθέτουν τό κελάηδημα.

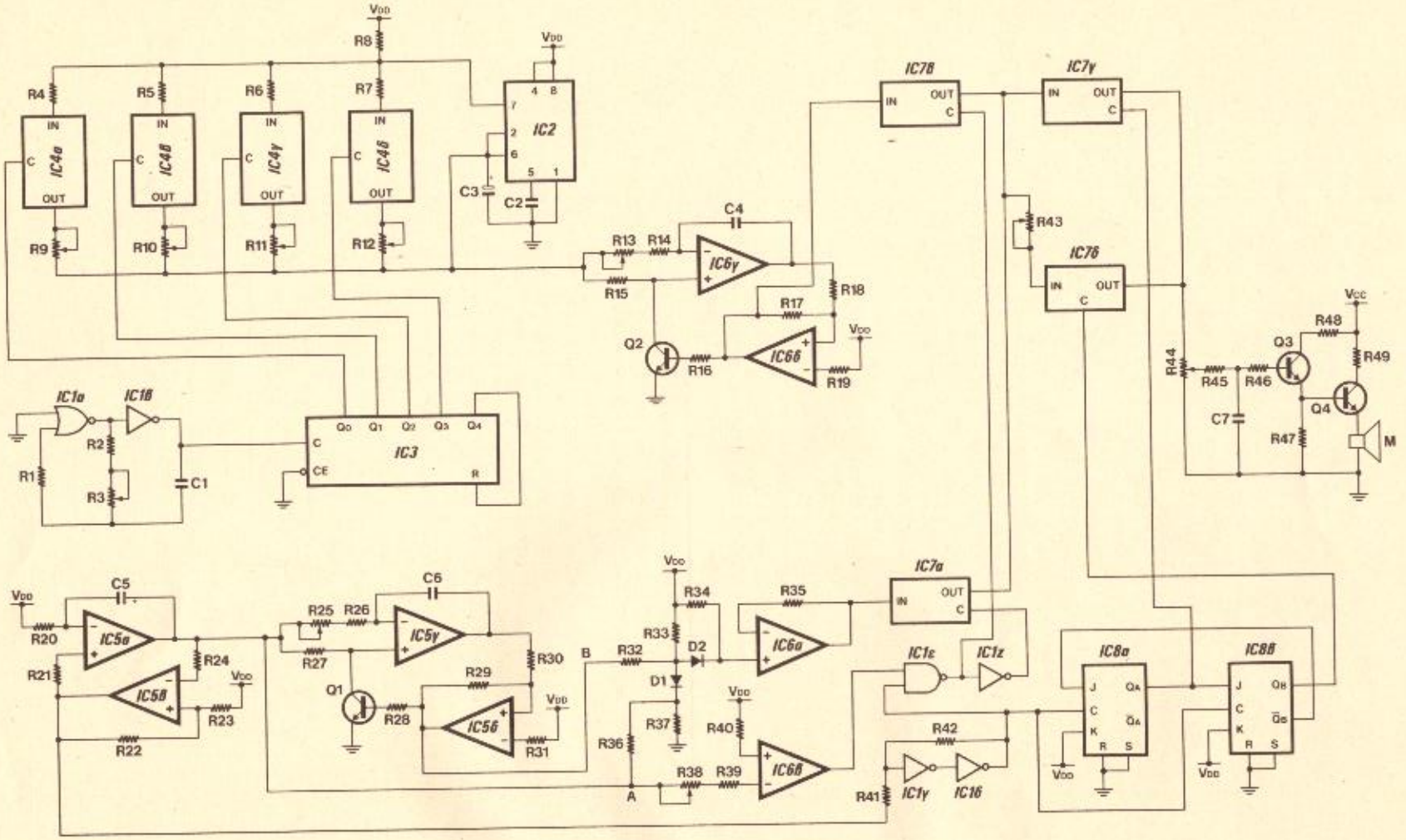
Οἱ πριονωτές τάσεις τοῦ ταλαντωτῆ Τ2 μεταβάλλουν τή συχνότητα τῶν τετραγωνικῶν παλμῶν ἐξόδου τοῦ VCO (1) ἀπό 2KHz ὡς 5KHz, ὅταν ὁ ροοστάτης R13 ἔχει τή μεγαλύτερή του ἀντίσταση. Ἄν βραχυκυκλωθεῖ ὅλη ἡ ἀντίσταση τοῦ ροοστάτη, τότε ἡ συχνότητα τοῦ VCO (1) θά μεταβάλλεται μεταξύ 4KHz καί 10KHz.

Ἀνακεφαλαιώνοντας ὅσα εἴπαμε γιά τό τμῆμα πού παράγει τό κελάηδημα, βλέπουμε ὅτι στήν ἔξοδο τοῦ VCO (1) ἐμφανίζονται τετραγωνικοί παλμοί, πού ἡ συχνότητά τους μεταβάλλεται μέσα σέ μιά ἀρκετά μεγάλη περιοχή. Τά ὅρια τῆς περιοχῆς ρυθμίζονται μέ τό ροοστάτη R13. Ἡ ταχύτητα μέ τήν ὁποία μεταβάλλεται ἡ συχνότητα τοῦ VCO (1) ἐξαρτᾶται ἀπό τόν ταλαντωτῆ Τ2 καί ρυθμίζεται μέ τούς ροοστάτες R9 ... R12. Ἡ χρονική διάρκεια κατά τήν ὁποία ἡ συχνότητα τοῦ VCO (1) θά μεταβάλλεται μέ τόν ἴδιο ρυθμό ὁρίζεται ἀπό τόν ταλαντωτή Τ1 καί ρυθμίζεται μέ τό ροοστάτη R3.

Ταλαντωτής Τ3. Χρησιμοποιεῖ τά τμήματα α καί β τοῦ ὁλοκληρωμένου κυκλώματος IC5. Ὁ ταλαντωτής τοῦτος παράγει τετραγωνικούς παλμούς συχνότητας 0,12Hz καί τριγωνικούς τῆς ἴδιας συχνότητας καί



ΣΧΗΜΑ 1


VDD
R8
R4
R5
R6
R7
IC4α
IC4β
IC4γ
IC4δ
IC2
C3
C2
R9
R10
R11
R12
C4
R13
R14
R15
IC6γ
R18
R17
Q2
R16
IC6δ
R19
IC7β
IC7γ
R43
IC7δ
R44
R45
R46
Q3
R48
R49
Q4
C7
R47
M
VCC
IC1α
IC1β
R1
R2
R3
C1
IC3
C5
C6
R20
IC5α
IC5β
R21
R22
R23
R24
R25
R26
R27
R28
Q1
R29
R30
R31
IC5δ
B
A
R32
R33
R34
R35
D1
D2
R36
R37
R38
R39
R40
IC6α
IC6β
IC7α
IC1ε
IC1ζ
IC1γ
IC1δ
R41
R42
IC8α
IC8β
J
K
C
R
S
Q
Q̄

ΣΧΗΜΑ 2

πλάτους 3,6V. Ἡ στιγμαία τιμή τῶν τριγωνικῶν παλμῶν μεταβάλλεται ἀπό 2,6V ὡς 6,2V.

VCO (2). Χρησιμοποιεῖ τά τμήματα γ καί δ τοῦ ὁλοκληρωμένου κυκλώματος IC5 καί παράγει τίς συχνότητες πού συνθέτουν τό σφύριγμα.

Στήν εἴσοδό του δέχεται τριγωνικούς παλμούς ἀπό τόν ταλαντωτή T3, οἱ ὁποῖοι μεταβάλλουν τή συχνότητά του ἀπό 3,5KHz ὡς 7,5KHz, ὅταν ὁ ροοστάτης R25 εἶναι βραχυκυκλωμένος. Ὅταν ὁ R25 ἔχει τή μεγαλύτερή του ἀντίσταση, ἡ συχνότητα τοῦ VCO (2) μεταβάλλεται μεταξύ τῶν 2KHz καί 3,5KHz.

VCA. Ἀποτελεῖται ἀπό τό τμῆμα α τοῦ ὁλοκληρωμένου κυκλώματος IC6, τούς ἀντιστάτες R32 ...R37 καί τίς διόδους D1, D2. Στήν εἴσοδό του A δέχεται τούς τριγωνικούς παλμούς τοῦ ταλαντωτῆ T3. Καθώς αὐξάνεται ἡ στιγμιαία τιμή τῶν παλμῶν αὐτῶν, αὐξάνεται καί ἡ ἐνίσχυση τοῦ VCA ὡς τήν τιμή 1. Ἑπομένως, οἱ τετραγωνικοί παλμοί πού ἐφαρμόζονται ἀπό τό VCO (2) στήν εἴσοδο B, θά ἐμφανίζονται στήν ἔξοδο τοῦ VCA μέ αὐξανόμενο πλάτος καί, φυσικά, μέ μεταβαλλόμενη συχνότητα. Οἱ παλμοί ἐξόδου ὑπερτίθενται σέ μιά συνεχή τάση γύρω στά 0,8V καί ἐφαρμόζονται στόν ἀκροδέκτη IN τῆς πύλης IC7α.

Κύκλωμα ἐλέγχου. Περιλαμβάνει ἕνα συγκριτή, ἕνα κύκλωμα Schmitt trigger, ἕνα σύγχρονο ἀπαριθμητή, τέσσερις transmission gates, μιά πύλη NAND καί ἕναν ἀναστροφέα.

Ὁ συγκριτής (IC6δ) ἐλέγχει τή διάρκεια τοῦ σήματος πού παράγει τό σφύριγμα. Στήν ἀναστρέφουσα εἴσοδό του δέχεται τούς τριγωνικούς παλμούς τοῦ ταλαντωτῆ T3. Οἱ τάσεις συγκρίσεως ρυθμίζονται μέ τό ροοστάτη R38 μεταξύ 2V (ὁ R38 βραχυκυκλωμένος) καί 4,6V (ὁ R38 στή μεγαλύτερή του ἀντίσταση).

Ὅταν ἡ τάση εἰσόδου εἶναι μικρότερη ἀπό τήν προκαθορισμένη τάση συγκρίσεως, ἡ ἔξοδος τοῦ συγκριτῆ ἔχει τήν κατάσταση 1. Ἡ ἔξοδος παίρνει τήν κατάσταση 0, μόλις ἡ τάση εἰσόδου γίνει ἴση μέ τήν τάση συγκρίσεως. Ρυθμίζοντας τήν τάση συγκρίσεως στά 4,6V, οἱ κυματομορφές εἰσόδου καί ἐξόδου τοῦ συγκριτῆ θά ἔχουν τή μορφή τῶν Σχ. 3Α καί 3Γ, ἀντίστοιχα.

Οἱ παλμοί ἐξόδου τοῦ συγκριτῆ (Σχ. 3Γ) ἐφαρμόζονται στή μιά εἴσοδο τῆς πύλης NAND IC1ε. Στήν ἄλλη εἴσοδο τῆς πύλης ἐφαρμόζονται οἱ τετραγωνικοί παλμοί τοῦ ταλαντωτῆ T3, ἀφοῦ προηγουμένως περάσουν μέσα ἀπό τό κύκλωμα Schmitt trigger (IC1γ, IC1δ), τό ὁποῖο ἐξασφαλίζει τά ἀπότομα θετικά μέτωπα πού χρειάζονται γιά τή διέγερση τοῦ σύγχρονου ἀπαριθμητῆ (IC8α, IC8β). Οἱ παλμοί ἐξόδου τοῦ Schmitt trigger ἔχουν τή μορφή τοῦ Σχ. 3Β.

Ἡ ἔξοδος τῆς πύλης NAND συν-

ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ

R1	12ΚΩ	R38	100ΚΩ, ποτενσιόμετρο τρίμερ μινιατούρα
R2	100ΚΩ	R39	68ΚΩ
R3	1ΜΩ, ποτενσιόμ. τρίμερ μινιατούρα	R40	330ΚΩ
R4	1,2ΚΩ	R41	22ΚΩ
R5	1,2ΚΩ	R42	82ΚΩ
R6	1,2ΚΩ	R43	220ΚΩ, ποτενσιόμετρο τρίμερ μινιατούρα
R7	1,2ΚΩ	R44	47ΚΩ, ποτενσιόμετρο τρίμερ μινιατούρα
R8	1ΚΩ	R45	22ΚΩ
R9	10ΚΩ, ποτενσιόμ. τρίμερ μινιατούρα	R46	22ΚΩ
R10	10ΚΩ, ποτενσιόμ. τρίμερ μινιατούρα	R47	2,7ΚΩ
R11	10ΚΩ, ποτενσιόμ. τρίμερ μινιατούρα	R48	560Ω
R12	10ΚΩ, ποτενσιόμ. τρίμερ μινιατούρα	R49	33Ω/2W, σύρματος
R13	220ΚΩ, ποτενσιόμετρο τρίμερ μινιατούρα	R50	47ΚΩ
		Οἱ ἀντιστάτες ἔχουν ἀνοχή ±5% καί ἰσχύ 0,25W, ἐκτός ἄν ἀναφέρεται ἀλλιῶς	
RT4	180ΚΩ	C1	1μF, πολυεστέρα
R15	100ΚΩ	C2	10nF, κεραμικός
R16	1,5ΜΩ	C3	22μF/16V, ταντάλιου
R17	1,2ΜΩ, ±10%	C4	1,8nF, κεραμικός
R18	100ΚΩ	C5	10μF/35V, ταντάλιου
R19	470ΚΩ	C6	1,5nF, κεραμικός
R20	1ΜΩ	C7	150pF
R21	470ΚΩ	C8	470μF/25V
R22	220ΚΩ	C9	150μF/16V
R23	330ΚΩ	* D1...D3	1N4148
R24	100ΚΩ	* Q1, Q2	2N3904
R25	220ΚΩ, ποτενσιόμετρο τρίμερ μινιατούρα	* Q3	2N2222A
		* Q4	2N2219A
R26	220ΚΩ	* IC1	MC14572
R27	120ΚΩ	* IC2	MC1455
R28	1,8ΜΩ	* IC3	MC14017 ἤ CD4017
R29	1,2ΜΩ, ±10%	* IC4	MC14016 ἤ CD4016
R30	100ΚΩ	* IC5	MC3401P
R31	470ΚΩ	* IC6	MC3401P
R32	82ΚΩ	* IC7	MC14016 ἤ CD4016
R33	3,3ΜΩ, ±10%	* IC8	MC14027 ἤ CD4027
R34	3,3ΜΩ, ±10%	M	μεγάφωνο 8Ω/1W (βλ. κείμενο.
R35	82ΚΩ	* Πλακέτα	"HN-11X"
R36	47ΚΩ		
R37	10ΚΩ		

Τά ἐξαρτήματα πού σημειώνονται μέ ἀστερίσκο κοστίζουν 900 δρχ. Μπορεῖτε νά τά ἀγοράσετε ἀπ' εὐθείας στά γραφεῖα μας ἤ στέλνοντάς μας ταχυδρομική ἐπιταγή 915 δρχ. μέ τήν ἔνδειξη "ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ HN-11X".

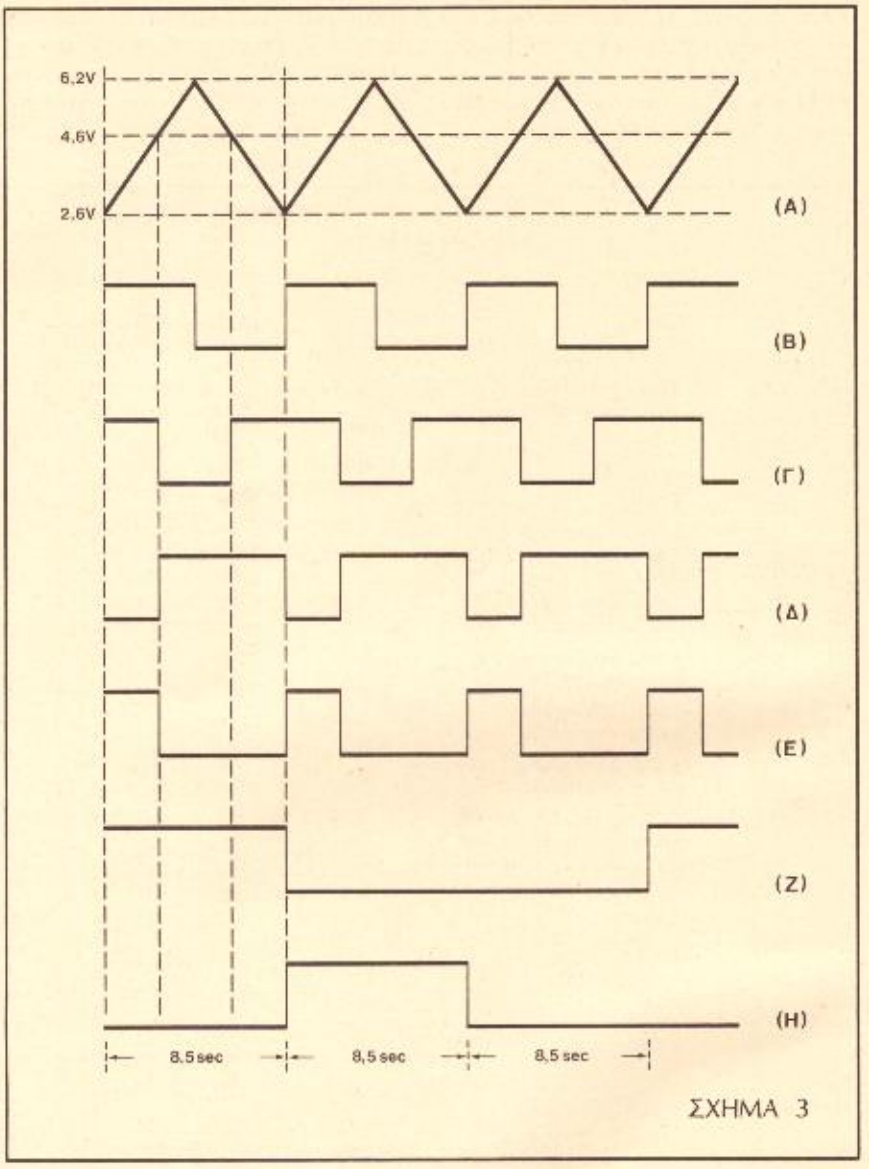
δέεται στόν ἀκροδέκτη C τῆς transmission gate IC7δ καί στήν εἴσοδο τοῦ ἀναστροφέα, ἐνῶ ἡ ἔξοδος τοῦ ἀναστροφέα συνδέεται στόν ἀκροδέκτη C τῆς transmisson gate IC7α. Ἐπειδή οἱ παλμοί πού ἐμφανίζονται στίς ἐξόδους τῶν IC1ε καί IC1ζ ἔχουν ἀντίθετη πολικότητα (Σχ. 3Δ καί 3Ε, ἀντίστοιχα), ἕπεται ὅτι, ὅταν ἡ πύλη IC7α ἐπιτρέπει τή διέλευση τοῦ σήματος πού παράγει τό σφύριγμα, ἡ πύλη IC7δ θά ἀποκόπτει τό σῆμα πού παράγει τό κελάηδημα καί ἀντίστροφα. Πόση ὥρα θά διαρκεῖ τό ἕνα καί πόση τό ἄλλο σῆμα, θά ἐξαρτηθεῖ ἀπό τήν τάση συγκρίσεως στήν ὁποία θά ρυθμιστεῖ ὁ συγκριτής. Στό παράδειγμα τοῦ Σχ. 3 ἡ τάση συγκρίσεως ἔχει ληφθεῖ ἴση μέ 4,6V. Ἐπομένως, τό σῆμα τοῦ σφυρίγματος θά περνάει πρός τήν ἔξοδο τοῦ κυκλώματος μέχρι τή στιγμή πού ἡ τάση τῶν τριγωνικῶν παλμῶν τοῦ ταλαντωτῆ Τ3 θά φτάσει στά 4,6V. Ἀπό τή στιγμή αὐτή μέχρι τή στιγμή πού ἡ τάση τῶν τριγωνικῶν παλμῶν θά πέσει στά 2,6V (ἀφοῦ προηγουμένως περάσει ἀπό τά 6,2V) θά ἀκούγεται τό σῆμα τοῦ κελαηδήματος.

Τά δύο σήματα ἐφαρμόζονται στόν ἀκροδέκτη IN τῆς πύλης IC7δ μέσω τοῦ ροοστάτη R43 καί ἀπευθείας στόν ἀκροδέκτη IN τῆς πύλης IC7γ. Ποιά ἀπό αὐτές τίς δύο πύλες θά ἐπιτρέψει τή διέλευση τῶν σημάτων πρός τόν ἐνισχυτή ἀκουστικῶν συχνοτήτων, θά ἐξαρτηθεῖ ἀπό τίς λογικές καταστάσεις πού θά ἔχουν οἱ ἔξοδοι Q_A καί Q_B τοῦ σύγχρονου ἀπαριθμητῆ, τόν ὁποῖο συνθέτουν τά δύο J - K φλίπ - φλόπ IC8α καί IC8δ. Στίς εἰσόδους C τῶν φλίπ - φλόπ ἐφαρμόζονται οἱ παλμοί ἐξόδου τοῦ κυκλώματος Schmitt trigger (Σχ. 3Β). Ἄν ὑποθέσουμε ὅτι στήν ἀρχή οἱ Q_A καί Q_B ἔχουν τήν κατάσταση 0, τότε ὁ πρῶτος παλμός εἰσόδου (καί συγκεκριμένα τό θετικό του μέτωπο) θά κάνει 1 τήν Q_A. Μέ τό δεύτερο παλμό θά μηδενιστεῖ ἡ Q_A καί θά γίνει 1 ἡ Q_B. Στόν τρίτο παλμό θά μηδενιστεῖ ἡ Q_B ἐνῶ ἡ Q_A θά διατηρηθεῖ στήν ἴδια κατάσταση. Ὁ τέταρτος παλμός θά ἀρχίσει ἕνα νέο κύκλο λειτουργίας τοῦ ἀπαριθμητῆ.

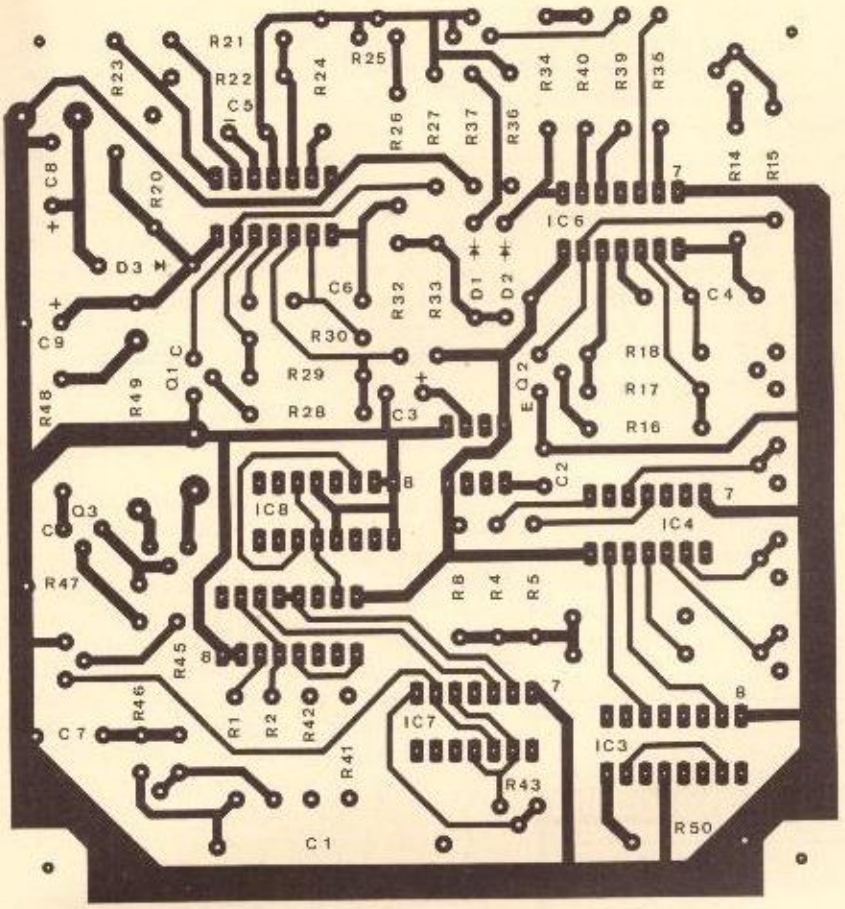
Οἱ καταστάσεις τῶν ἐξόδων Q_A καί Q_B (Σχ. 3Ζ καί 3Η) ἐλέγχουν ἀντίστοιχα τίς transmission gates IC7γ καί IC7δ. Συγκεκριμένα, ὅση ὥρα ἔχει 1 ἡ Q_A καί 0 ἡ Q_B, τά σήματα πού παράγουν τό σφύριγμα καί τό κελάηδημα φτάνουν στόν ἐνισχυτή περνώντας μέσα ἀπό τήν πύλη IC7γ. Ὅταν ἡ Q_A ἔχει 0 καί ἡ Q_B 1, τά σήματα θά περνοῦν μέσα ἀπό τήν πύλη IC7δ. Τέλος, ὅταν καί ἡ Q_A καί ἡ Q_B ἔχουν 0, τότε οὔτε ἡ IC7γ οὔτε ἡ IC7δ θά ἐπιτρέπουν τή διέλευση τῶν σημάτων. Ὁ χρόνος πού θά παραμείνει ἀνοικτή κάθε πύλη, καθώς καί ὁ χρόνος πού καί οἱ δύο πύλες θά διατηρηθοῦν κλειστές, εἶναι 8,5 sec περίπου, γιατί τόσο εἶναι καί τό χρονικό διάστημα πού μεσολαβεῖ μεταξύ τῆς ἐφαρμογῆς στήν εἴσοδο τοῦ ἀπαριθμητῆ δύο διαδοχικῶν παλμῶν. Ἐπομένως, ὁ κύκλος λειτουργίας τοῦ κυκλώματος θά ἐπαναλαμβάνεται κάθε 25,5 sec περίπου (3 x 8,5 sec).

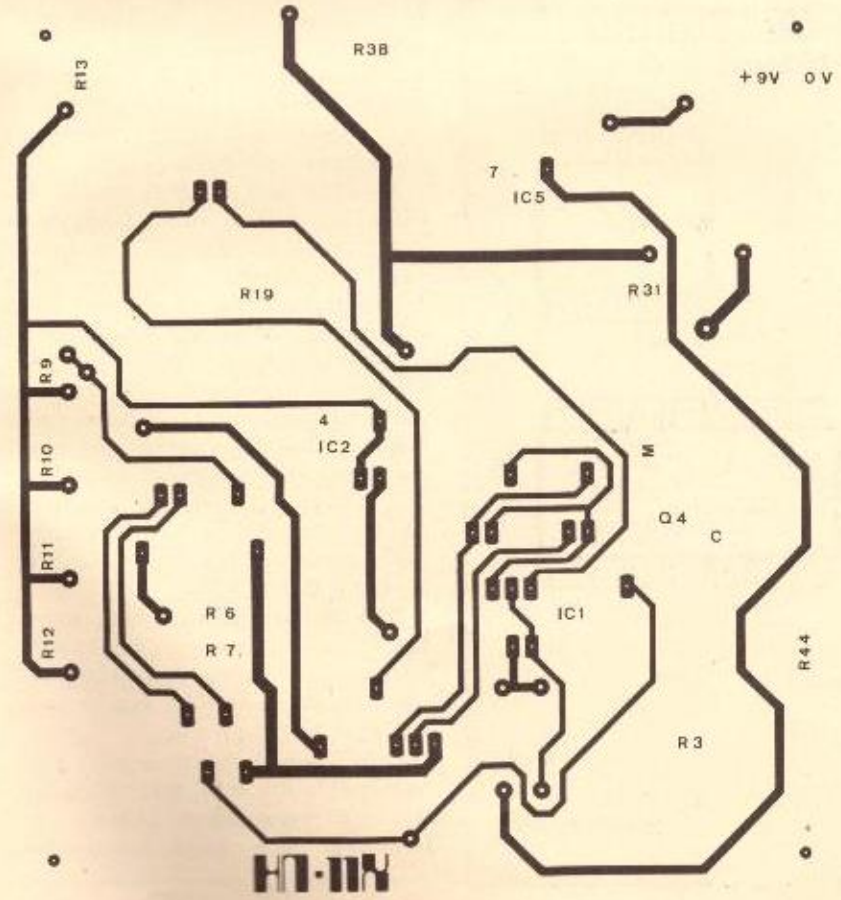
Μέ τό ροοστάτη R43 ρυθμίζεται ἡ ἔνταση τῶν σημάτων πού περνοῦν ἀπό τήν πύλη IC7δ. Ἄν βραχυκυκλωθεῖ ὁλόκληρη ἡ ἀντίσταση τοῦ R43, τά σήματα ἀπό τίς δύο πύλες IC7γ καί IC7δ θά ἔχουν τήν ἴδια ἔνταση. Ἄν ὁ R43 ἔχει τή μεγαλύτερή του ἀντίσταση, τά σήματα πού περνοῦν ἀπό τήν IC7δ δέν θά ἀκούγονται καθόλου. Τέλος, ἄν ὁ δρομέας τοῦ R43 τοποθετηθεῖ σέ μιά ἐνδιάμεση θέση, τά σήματα πού περνοῦν ἀπό τήν IC7δ θά ἔχουν μικρότερη ἔνταση ἀπ' ὅ,τι τά σήματα πού περνοῦν ἀπό τήν IC7γ. Αὐτό ἀκριβῶς εἶναι πού προκαλεῖ τήν ἐντύπωση ὅτι τό «τραγούδι» τοῦ πουλιοῦ ἐπαναλαμβάνεται ἀπό κάποιο ἄλλο, τό ὁποῖο βρίσκεται πιό μακριά.

Ἐνισχυτής ἀκουστικῶν συχνοτήτων. Ἀποτελεῖται ἀπό τά τρανζίστορ Q3 καί Q4, τό ποτενσιόμετρο R44, τούς ἀντιστάτες R45 ... R49 καί τόν πυκνωτή C7. Ὁ ἐνισχυτής ἐξασφαλίζει τό ρεῦμα πού χρειάζεται γιά νά διεγερθεῖ τό μεγάφωνο. Ἡ ἔνταση τοῦ



ΣΧΗΜΑ 3





σήματος ρυθμίζεται μέ τό ποτενσιόμετρο R44.

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Ἡ κατασκευή γίνεται στό διπλό τυπωμένο κύκλωμα τῆς πλακέτας «HN - 11X». Τά ἐξαρτήματα τοποθετοῦνται πρός τήν πλευρά πού φέρει τήν ἔνδειξη «HN - 11X». Οἱ ἀκροδέκτες τῶν ἐξαρτημάτων στούς ὁποίους καταλήγουν διάδρομοι χαλκοῦ καί ἀπό τίς δύο ὄψεις τῆς πλακέτας πρέπει νά κολληθοῦν καί ἀπό τίς δύο πλευρές.

Ἐπειδή οἱ ἀκροδέκτες τῶν R9, R10, R11 καί R12 κολλιοῦνται ἀπό τήν ἐπάνω πλευρά τῆς πλακέτας, προσέξτε μή χρησιμοποιήσετε πολλή κόλληση, γιατί ὑπάρχει κίνδυνος νά βραχυκυκλωθεῖ ὁ δρομέας.

Ἐπίσης, προσέξτε ὅταν θά τοποθετήσετε τίς διόδους D2 καί D3 στίς θέσεις τους, μή τυχόν καί οἱ ἀκροδέκτες τους ἀκουμπήσουν στούς διαδρόμους πού περνοῦν κάτω ἀπό αὐτές.

Τό σῶμα τοῦ ἀντιστάτη R49 καλό εἶναι νά μήν ἀκουμπάει στήν πλακέτα.

Οἱ πυκνωτές C8 καί C9 τοποθετοῦνται ὀρθιοι.

Ἄλλα κρίσιμα σημεῖα γιά τήν κατασκευή δέν ὑπάρχουν. Ἐννοεῖται, βέβαια, ὅτι οἱ ἠλεκτρολυτικοί πυκνωτές, οἱ πυκνωτές τανταλίου, οἱ δίοδοι καί τά τρανζίστορ πρέπει νά τοποθετηθοῦν στίς θέσεις τους μέ τή σωστή πολικότητα καί ὅτι γιά τά ὁλοκληρωμένα κυκλώματα CMOS (MC14016, MC14017, MC14027, MC14572) θά ληφθοῦν ὅλες ἐκεῖνες οἱ προφυλάξεις πού ἀναφέραμε στό τεῦχος 106, σελ. 39. Γιά τίς βάσεις τῶν διόδων, τῶν τρανζίστορ καί τῶν ὁλοκληρωμένων κυκλωμάτων συμβουλευτεῖτε τό Σχ. 4.

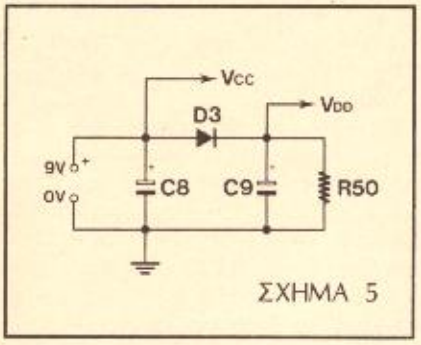
Στόν ἐνισχυτή μπορεῖτε νά χρησιμοποιήσετε ἕνα ὁποιοδήποτε μεγάφωνο 8Ω, γύρω στό 1W ἤ μεγαλύτερης ἰσχύος. Πάντως, ἡ ἀπόδοση τῶν ἤχων πού παράγει τό κύκλωμα θά εἶναι πολύ καλύτερη, ἄν τό μεγάφωνο εἶναι τουῆτερ. Στή δική μας κατασκευή χρησιμοποιήσαμε τό μεγάφωνο AD2271/T8 τῆς Philips.

ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗ

Οἱ ἀπαιτούμενες τάσεις V_{CC} καί V_{DD} ἐξασφαλίζονται ἀπό τό κύκλωμα τοῦ Σχ. 5, τά ἐξαρτήματα τοῦ ὁποίου μοντάρονται πάνω στήν πλακέτα «HN - 11X». Στούς ἀκρο-

δέκτες +9V καί 0V μποροῦν νά συνδεθοῦν δύο μπαταρίες πλακέ τῶν 4,5V (σέ σειρά) ἤ ἡ ἔξοδος ἑνός κατάλληλου τροφοδοτικοῦ. Οἱ μπαταρίες αὐτές ἐξασφαλίζουν συνεχή λειτουργία γύρω στίς 6 ὧρες, ὅταν τό κύκλωμα τραβάει τό μέγιστο ρεῦμα (περίπου 150mA).

Τό πιό κατάλληλο ἀπό τά τροφοδοτικά πού παρουσιάσαμε ὡς τώρα



ΣΧΗΜΑ 5

εἶναι τό «HN – 7T» (6λ. «H.N.» No 111, σελ. 58). Στό τροφοδοτικό αὐτό ὑπάρχουν δύο πυκνωτές (οἱ C4 καί C5), πού στερεώνονται πάνω στίς μπόρνες ἐξόδου. Οἱ πυκνωτές αὐτοί δέν χρειάζονται, στήν προκειμένη περίπτωση. Ἐπίσης, δέν χρειάζεται νά χρησιμοποιήσετε θερμοαπαγωγό 8°C/W. Ἕνας θερμοαπαγωγός μέ θερμική ἀντίσταση 17,5 °C/W εἶναι ἀρκετός. Γιά νά ἐπιτύχετε τέτοια θερμική ἀντίσταση, χρησιμοποιεῖστε ἕνα κομμάτι ἀλουμίνιο 5 x 6 cm πάχους 1,5 mm καί στερεῶστε το κατακόρυφα.

ΡΥΘΜΙΣΗ

Ὁ κύκλος λειτουργίας τοῦ κυκλώματος ἐπαναλαμβάνεται κάθε 25,5 sec περίπου καί μπορεῖ νά χωριστεῖ σέ τρία ἴσα χρονικά διαστήματα, μέ διάρκεια 8,5 sec τό καθένα. Κατά τή διάρκεια τοῦ πρώτου χρονικοῦ διαστήματος, τά σήματα πού παράγουν τό σφύριγμα καί τό κελάηδημα ἔχουν τή μεγαλύτερή τους ἔνταση. Στό δεύτερο μποροῦν νά ρυθμιστοῦν σέ χαμηλότερη ἔνταση, ἐνῶ στό τρίτο δέν ἀκούγονται καθόλου. Ἡ ρύθμιση τῶν σημάτων σέ ἔνταση χαμηλότερη ἀπό τήν κανονική γίνεται μέ τό ροοστάτη R43 καί ἔτσι προκαλεῖται ἡ ἐντύπωση ὅτι, ἐκτός ἀπό τό πρῶτο, ὑπάρχει καί ἕνα δεύτερο πουλί σέ μεγαλύτερη ἀπόσταση.

Μέ τό ποτενσιόμετρο R44 ρυθμίζονται ταυτόχρονα οἱ ἐντάσεις τῶν σημάτων ὑψηλῆς καί χαμηλῆς ἐντάσεως.

Ἀρχίζοντας τό κύκλωμα νά λειτουργεῖ, ἀκούγεται πρῶτα τό σφύριγμα καί μετά τό κελάηδημα. Καί τά δυό μαζί ἔχουν διάρκεια 8,5 sec. Ἡ μέγιστη διάρκεια τοῦ σφυρίγματος εἶναι 2,5 sec. Τό πόσο θά διαρκέσει τό ἕνα καί πόσο τό ἄλλο ρυθμίζεται μέ τό ροοστάτη R38. Ἄς σημειωθεῖ ὅτι μέ τό ροοστάτη αὐτόν μποροῦμε νά καταργήσουμε τό σφύριγμα, ὄχι ὅμως καί τό κελάηδημα.

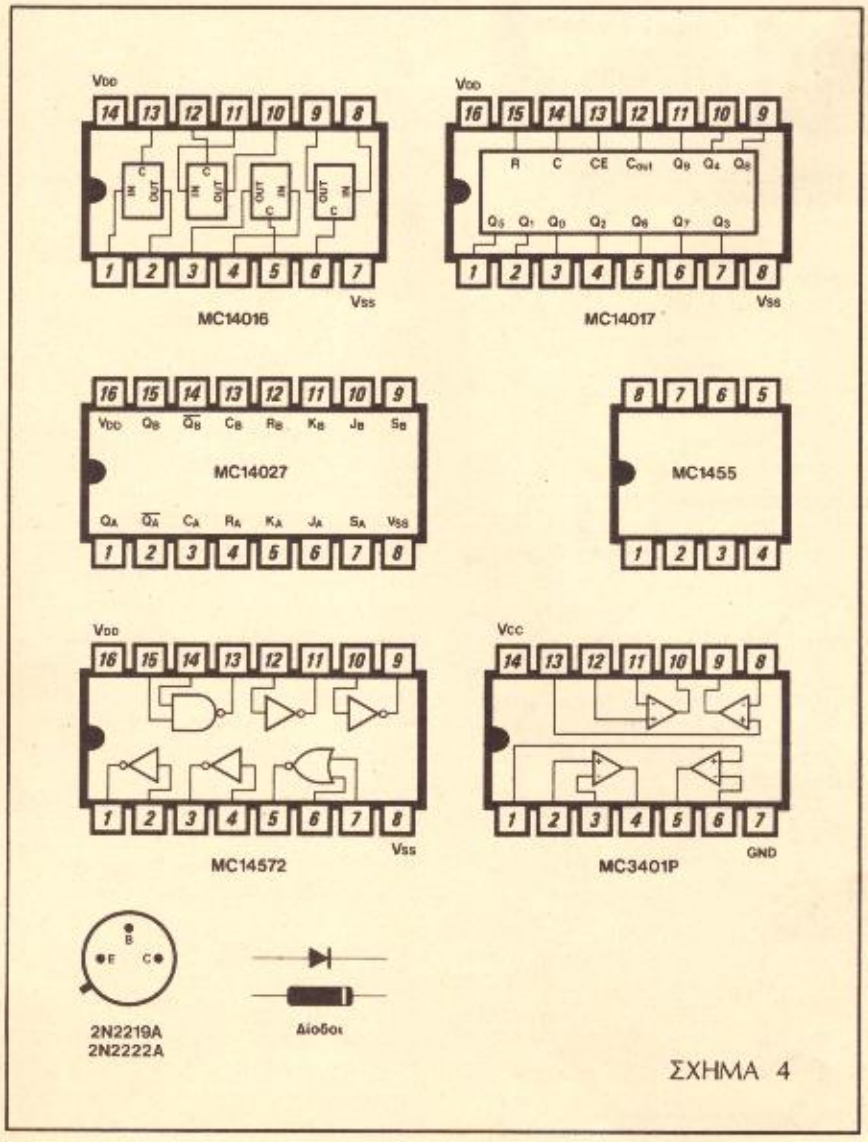
Τό σῆμα πού παράγει τό σφύριγμα ἀποτελεῖται ἀπό τετραγωνικούς παλμούς μεταβλητοῦ πλάτους καί μεταβλητῆς συχνότητας. Ἡ περιοχή μεταβολῆς τοῦ πλάτους ὁρίζεται ἀπό τό κύκλωμα VCA, ἐνῶ τά ὅρια μεταβολῆς τῆς συχνότητας ρυθμίζονται μέ τό ροοστάτη R25. Τοποθετώντας, λοιπόν, τό δρομέα τοῦ R25 σέ διαφορετικές θέσεις, θά ἀκούγονται διαφορετικά σφυρίγματα.

Τό σῆμα πού παράγει τό κελάηδημα ἀποτελεῖται ἀπό τετραγωνικούς παλμούς σταθεροῦ πλάτους, ἀλλά μεταβλητῆς συχνότητας. Τά ὅρια μεταβολῆς τῆς συχνότητας ρυθμίζονται μέ τό ροοστάτη R13.

Οἱ τετραγωνικοί παλμοί πού συνθέτουν τό κελάηδημα χωρίζονται σέ τέσσερις διαδοχικές παλμοσειρές. Κάθε παλμοσειρά ἔχει ταχύτητα μεταβολῆς συχνότητας διαφορετική ἀπό τίς ἄλλες. Οἱ ταχύτητες μεταβολῆς τῆς συχνότητας τῶν παλμοσειρῶν ρυθμίζονται μέ τούς ροοστάτες R9, R10, R11 καί R12.

Σέ κάθε κύκλο λειτουργίας ἀκούγεται μιά ἤ περισσότερες φορές κάθε παλμοσειρά. Τοῦτο ἐξαρτᾶται ἀπό τήν ἀντίσταση πού θά ἔχει ὁ ροοστάτης R3.

Ρυθμίζοντας, λοιπόν, τούς ροοστάτες R3, R9, R10, R11, R12, καί R13 σέ διαφορετικές θέσεις, θά ἀκούγεται κάθε φορά διαφορετικό κελάηδημα. ■



ΣΧΗΜΑ 4

«POWER BASE»

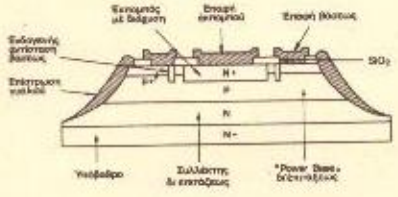
Ἡ μέθοδος «power base» εἶναι πατέντα τῆς Motorola καί ἀποτελεῖ τή βελτιωμένη μορφή τῆς μεθόδου «epibase», πού χρησιμοποιεῖ ἐδῶ καί πολύ καιρό ἡ ἑταιρία γιά τήν κατασκευή τρανζίστορ ἰσχύος.

Μέ τή μέθοδο «power base» ἡ Motorola ἔχει κατασκευάσει, πρός τό παρόν, τά τρανζίστορ 2N3055H, 2N3442, 2N3773, 2N6609 καί MJ15015 καί ἔχει ἐπιτύχει σημαντικές βελτιώσεις σέ ὁρισμένες παραμέτρους τους (βλ. παρατιθέμενο πίνακα).

Τά τρανζίστορ αὐτά προορίζονται γιά τούς ἐνισχυτές ἰσχύος ἀκουστικῶν συχνοτήτων, τά σταθεροποιημένα τροφοδοτικά σειρᾶς, τούς μεταγωγούς ἰσχύος καί γενικά γιά τίς ἐφαρμογές ἐκεῖνες ὅπου τά τρανζίστορ εἶναι ἀναγκασμένα νά ἐλέγχουν μεγάλα ρεύματα κάτω ἀπό ὑψηλές τάσεις.

Κύριο χαρακτηριστικό τῆς μεθόδου εἶναι ἡ κατασκευή, κατά τή φάση τῆς διαχύσεως, ἑνός ἐσωτερικοῦ ἀντιστάτη στή βάση τοῦ τρανζίστορ, ὁ ὁποῖος ἐπιτυγχάνει ὁμοιόμορφη κατανομή τοῦ ρεύματος μέσα στήν ἐπαφή βάσεως-ἐκπομποῦ. Ἔτσι περιορίζεται στό ἐλάχιστο ὁ ἀριθμός τῶν θερμῶν κηλίδων (hot spots), μέ ἀποτέλεσμα νά αὐξηθεῖ ἡ τάση δεύτερης διασπάσεως καί μέσα ἀπ' τό τρανζίστορ νά μποροῦν νά περάσουν μεγάλα ρεύματα χωρίς νά τό καταστρέψουν. Τό τσίπ τοῦ ἡμιαγωγοῦ σκεπάζεται μέ γυαλί, ὥστε τό τρανζίστορ νά ἔχει μεγάλη ἀξιοπιστία.

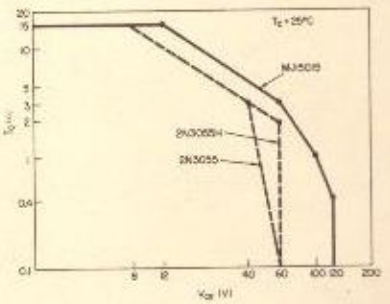
Ὅπως βλέπουμε καί ἀπό τόν πίνακα, στό τρανζίστορ MJ15015 μπορεῖ νά καταναλωθεῖ ἰσχύς 180W (σέ θερμοκρασία θήκης 25°C). Τοῦτο ἐπιτυγχάνεται μέ τή χρησιμοποίηση θήκης TO-3, κατασκευασμένης μέ ἀλουμίνιο πού παρουσιάζει ὑψηλή θερμική ἀγωγιμότητα.



ΣΧΗΜΑ 1

Καί τά πέντε τρανζίστορ ἔχουν f_T=1,5MHz (γινόμενο «ἐνίσχυση x εὖρος ζώνης»), δηλαδή πλησιάζουν τό f_T τῶν τρανζίστορ πού κατασκευάζονται μέ ἁπλή διάχυση.

Στό Σχ. 1 φαίνεται ἡ τομή τοῦ τσίπ ἑνός τρανζίστορ κατασκευασμένου μέ τή μέθοδο «power base» καί στό Σχ. 2 οἱ καμπύλες πού ὁρίζουν τήν περιοχή ἀσφαλοῦς λειτουργίας τῶν 2N3055, 2N3055H καί MJ15015.



ΣΧΗΜΑ 2

ΤΥΠΟΣ	ΠΟΛΙΚΟΤΗΤΑ	ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΤΙΜΕΣ V_C, I_C		ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΣΦΑΛΟΥΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ		
		Τάση (V)	Ρεῦμα (A)	Τάση (V)	Ρεῦμα (A)	Ἰσχύς (W)
2N3055H	NPN	60	15	60	1,95	117
2N3442	NPN	140	10	78	1,5	117
2N3773	NPN	140	16	100	1,5	150
MJ15015	NPN	120	15	60	3,0	180
2N6609	PNP	140	16	100	1,5	150